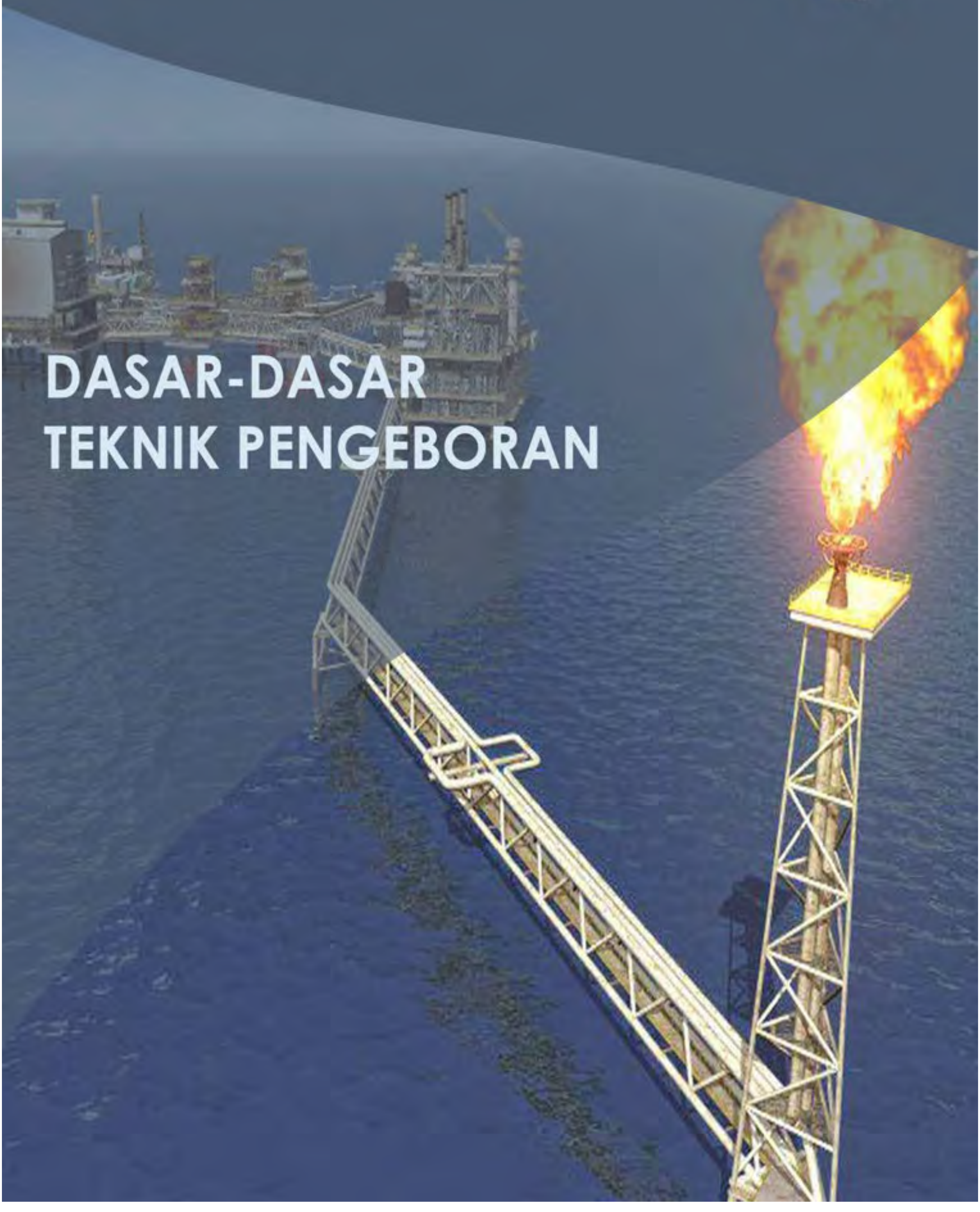
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
REPUBLIK INDONESIA
2013

DASAR-DASAR TEKNIK PENGEBORAN



PK.TEKNIK PENGEBORAN MIGAS

DASAR-DASAR TEKNIK PENGEBORAN

DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
TAHUN 2013

KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 adalah kurikulum berbasis kompetensi. Didalamnya dirumuskan secara terpadu kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan yang harus dikuasai peserta didikserta rumusan proses pembelajaran dan penilaian yang diperlukan oleh peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diinginkan.

Faktor pendukung terhadap keberhasilan Implementasi Kurikulum 2013 adalah ketersediaan Buku Siswa dan Buku Guru, sebagaibahan ajar dan sumber belajar yang ditulis dengan mengacu pada Kurikulum 2013. Buku Siswa ini dirancang dengan menggunakan proses pembelajaran yang sesuai untuk mencapai kompetensi yang telah dirumuskan dan diukur dengan proses penilaian yang sesuai.

Sejalan dengan itu, kompetensi keterampilan yang diharapkan dari seorang lulusan SMK adalah kemampuan pikir dan tindak yang efektif dan kreatif dalam ranah abstrak dan konkret. Kompetensi itu dirancang untuk dicapai melalui proses pembelajaran berbasis penemuan (*discovery learning*) melalui kegiatan-kegiatan berbentuk tugas (*project based learning*), dan penyelesaian masalah (*problem solving based learning*) yang mencakup proses mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Khusus untuk SMK ditambah dengan kemampuan mencipta.

Sebagaimana lazimnya buku teks pembelajaran yang mengacu pada kurikulum berbasis kompetensi, buku ini memuat rencana pembelajaran berbasis aktivitas. Buku ini memuat urutan pembelajaran yang dinyatakan dalam kegiatan-kegiatan yang harus dilakukan peserta didik. Buku ini mengarahkan hal-hal yang harus dilakukan peserta didik bersama guru

dan teman sekelasnya untuk mencapai kompetensi tertentu; bukan buku yang materinya hanya dibaca, diisi, atau dihafal.

Buku ini merupakan penjabaran hal-hal yang harus dilakukan peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan kurikulum 2013, peserta didik diajak berani untuk mencari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Buku ini merupakan edisi ke-1. Oleh sebab itu buku ini perlu terus menerus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan.

Kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya sangat kami harapkan; sekaligus, akan terus memperkaya kualitas penyajianbuku ajar ini. Atas kontribusi itu, kami ucapkan terima kasih. Tak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada kontributor naskah, editor isi, dan editor bahasa atas kerjasamanya. Mudah-mudahan, kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan menengah kejuruan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

Jakarta, Januari 2014

Direktur Pembinaan SMK

Drs. M. Mustaghfirin Amin, MBA

DAFTAR ISI

BAB I
PENDAHULUAN

`

Operasi pengeboran merupakan pekerjaan yang membutuhkan biaya besar atau padat modal, menggunakan teknologi tinggi dan beresiko tinggi. Para personel yang bekerja pada operasi pengeboran harus mempunyai pengetahuan yang baik juga tentang keselamatan kerja. Sehingga operasi pengeboran dapat berjalan lancar, dan kecelakaan kerja dapat dihindari.

Isi mata pelajaran ini lebih dititik beratkan untuk memberikan pengetahuan dasar teknik pengeboran yang meliputi pengertian pengeboran dan kegiatan sebelum pengeboran, jenis-jenis pengeboran, sistem pengeboran putar, sistem penyemenan, dan well completion.

1.1. Pengertian Operasi Pengeboran

Pengeboran adalah usaha secara teknis membuat lubang dengan aman sampai menembus lapisan formasi yang kaya akan minyak atau gas. Lubang tersebut kemudian dilapisi dengan casing dan disemen, dengan maksud untuk menghubungkan lapisan formasi tersebut dengan permukaan bumi yang memungkikan penambangan minyak atau gas secara komersial. Secara umum tujuan membuat lubang bor adalah untuk:

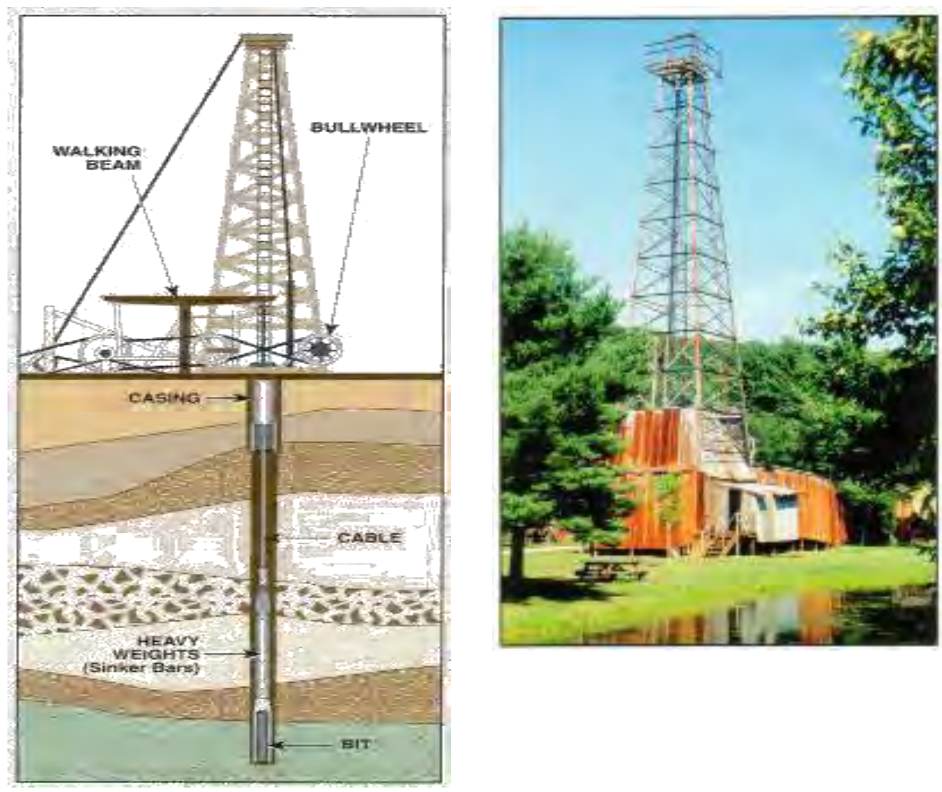
- Membuktikan bahwa adanya minyak atau gas dalam suatu reservoir yang ditembus.
- Sarana mengalirkan minyak atau gas dari reservoir ke permukaan bumi.

1.2. PerkembanganMetode Pengeboran

Makin banyaknya permasalahan dalam operasi pengeboran menuntut perkembangan teknologi yang lebih canggih. Pada perkembangannya beberapa metode pengeboran telah digunakan, beberapa metode pengeboran selama ini yang dilakukan antara lain :

1. Cable tool drilling (Bor tumbuk).

Cara membuat lubang bor dibuat dengan menumbuk numbukkan mata bor pada lapisan tanah yang akan ditembus. Mata bor tersebut terbuat dari semacam lonjongan pipa casing dan diikat pada cable yang ujungnya dibuat bergigi yang kuat untuk merusak batuan, sedang cuttingnya masuk dalam silinder yang merupakan perangkap atau trap, kemudian diangkat kepermukaan untuk dibuang. Untuk menjaga agar dinding lubang agar tidak runtuh maka secara bertahap casing diturunkan. Bor tumbuk menurut sejarahnya pernah mencapai sampai 1.300 meter.



Gambar 1.1. Skema *Cable Tool Drilling*.

2. Rotary Drilling (Bor Putar)

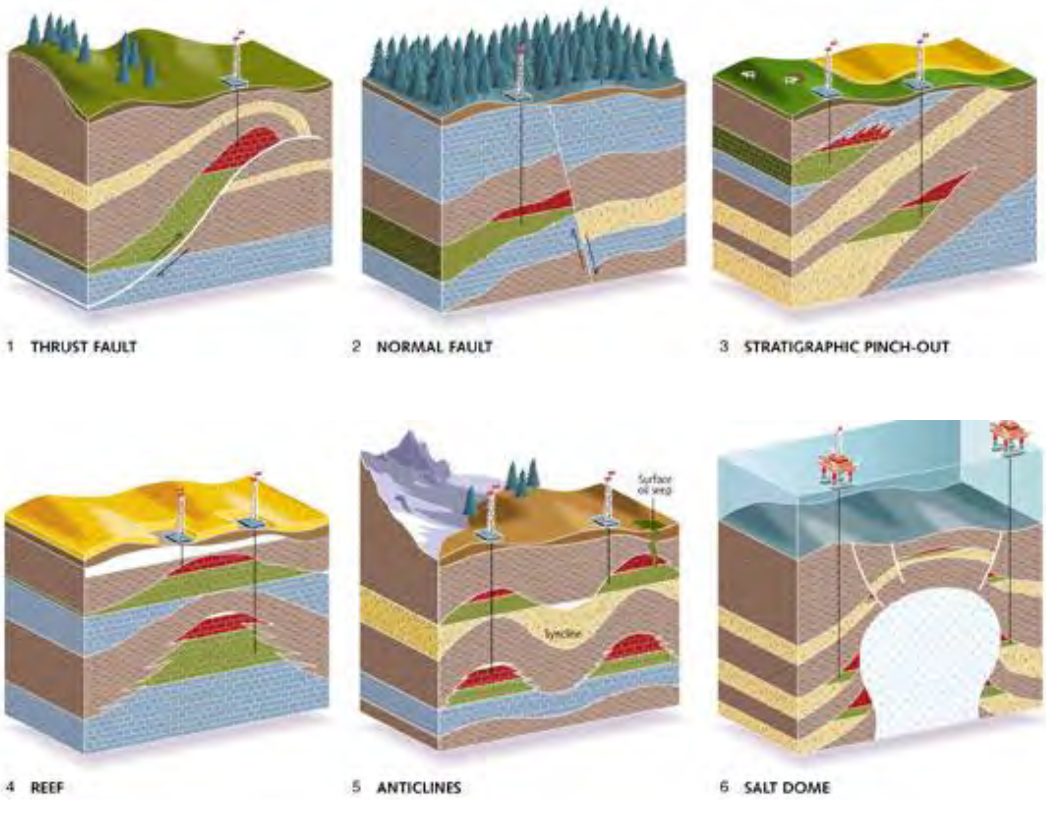
Pada tahun 1903 metode putar mulai diperkenalkan dilapangan minyak Spindel top Negara bagian Pensylvania Texas A.S. Rotary drilling dilakukan dengan maksud membuat lubang sumur dengan memutar rangkaian bor sampai di mata bor agar lapisan batuan mudah dihancurkan, sedang cutting diangkat kemerkuaan dengan sistem sirkulasi lumpur pemboran. Untuk melakukan rotary drilling diperlukan peralatan pendukung yang lainnya agar operasi pemboran aman. Roraty drilling dapat dilaksanakan dengan didukung oleh lima sistem utama yang sangat penting dalam kelancaran proses pengeboran, yaitu:

1. Sistem Tenaga (Power System)
2. Sistem Pengangkat (Hoisting System)
3. Sistem Putar (Rotating System)
4. Sistem Sirkulasi (Circulating System)
5. Sistem Pencegahan Semburan Liar (BOP System)

BAB II
KEGIATAN SEBELUM OPERASI PENGEBORAN

Indikator keberhasilan: Setelah mengikuti pembelajaran ini siswa diharapkan dapat menjelaskan kegiatan sebelum operasi pengeboran.

Setelah dilakukan survei oleh ahli geologi, berupa survei geologi permukaan, bawah permukaan dan survei seismik, dapat dinyatakanbahwa terdapat suatu perangkap di bawah permukaan. Isi perangkapbelum dapat diketahui sebelum perangkap tersebut ditembus. Gambarandari suatu perangkap reservoir dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Perangkap Reservoir

Setelah didapatkan suatu perangkap reservoir dan di permukaan tempat tersebut dianggap masih liar maka dengan sendirinya perlu membuat tempat tersebut menjadi tempat yang memungkinkan terlaksananya operasi pengeboran, selanjutnya ditentukan titik lokasi pengeboran. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan adalah: perizinan, mempersiapkan lokasi, mempersiapkan jalan ke lokasi, mempersiapkan air, mempersiapkan peralatan pengeboran, transportasi peralatan ke lokasi dan mendirikan menara.

2.1 Persiapan Jalan ke Lokasi Pengeboran

Kebutuhan pertama membuat jalan tembusan menuju lokasi yang telah ditentukan tentu akan memerlukan peralatan, lahan dan personal.



Gambar 2.2. Pembuatan jalan ke Lokasi Pemboran

Jalan ke lokasi harus disurvei, untuk melihat jarak yang terpendek, keramaian jalan, kekerasan dan lebar jalan, kekuatan dan lebar jembatan.Persiapan jalan ke lokasi ini harus memperhatikan keselamatan

kerja, baik terhadap pekerja, peralatan, maupun lingkungan, mengingatperalatan-peralatan pengeboran yang melintasi besar dan berat.

2.2 Persiapan Lokasi.

Untuk melakukan operasi pengeboran di darat hal yang paling penting diperhatikan adalah persiapan tempat untuk operasi pengeboran, sedangkan di laut harus memperhitungkan luas anjungan yang dipakai serta mempergunakan tempat seefisien mungkin karena luasnya yang sangat terbatas. Persiapan lokasi pengeboran darat meliputi :Meratakan lokasi, pengerasan lokasi, membuat kolam-kolam penampung, membuat cellar .

Lokasi pengeboran dibuat rata untuk mempermudah pekerjaan-pekerjaan dalam menempatkan peralatan-peralatan di lokasi. Lokasi pengeboran yang dipersiapkan minimum adalah dengan radius 50 meter. Lokasi pengeboran terutama disekitar titik lokasi harus dikeraskan, karena harus menahan peralatan pengeboran yang sangat berat. Konstruksi lokasi harus memperhitungkan berat peralatan yang akan dipasang di atasnya.



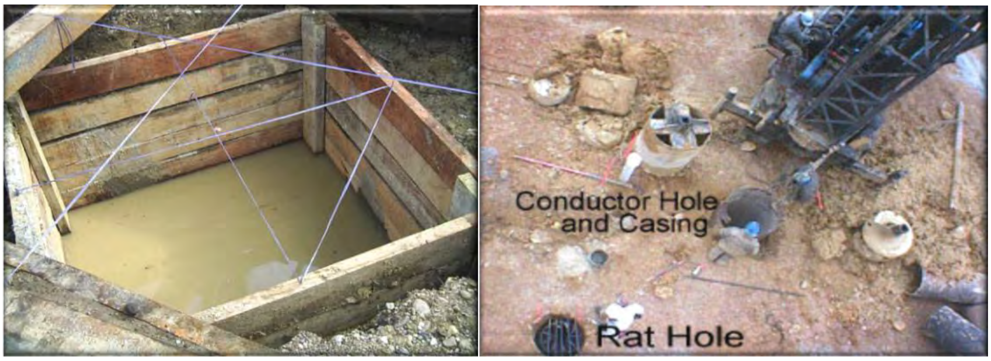
Gambar 2.3. Persiapan Lokasi

Lokasi pengeboran juga telah diratakan dan sudah siap selanjutnya escavator mulai membuat lubang atau kolam berbentuk bujur sangkar tidak jauh dari lokasi pengeboran. Kolam ini disebut kolam cadangan (mud pit), sebelum kolam ini digunakan untuk menampung limbah pengeboran dari lumpur pengeboran selama operasi maka terlebih dahulu perlu dilapisi dulu dengan lembaranlembaran plastik.

Tahap berikutnya adalah membuat kolam lain berbentuk segiempat tetapi ukurannya lebih kecil dari mud pit yang disebut cellar.Diameter cellar yang besar ini disebut “conductor hole” nantinya akanberada tepat dibawah lantai rig setelah diatasnya dipasang substructure.Setelah pembuatan cellar selesai kemudian membuat lubang sumur,diusahakan dilakukan ditengah-tengah lubang sumur. Cellar adalahkolong segi empat yang dibuat di titik lokasi, yang berguna sebagaitambahan ruang di bawah lantai bor.



Gambar 2.4. Pembuatan Mud Pit



Gambar 2.5. Pembuatan Cellar dan Pemasangan Conductor Pipe

Setelah conductor hole disiapkan kira-kira mencapai kedalaman 20 s/d 100 ft, kemudian lubang tersebut dipasang “conductor pipe”. Pemasangan pipa ini untuk menghindari terjadinya gerowong-gerowong atau kerusakan lain dari lubang sumur selama dilaksanakan operasi pengeboran.

2.3 Persiapan Air.

Air merupakan bahan yang digunakan untuk membuat lumpur pengeboran, membuat cement slurry dan untuk keperluan sehari-hari.Untuk itu perlu disurvei terlebih dahulu sumber air yang terdapat di lokasi atau di sekitar lokasi. Sumber air dapat dari sungai, danau, dan rawa-rawa. Kalau persediaan sumber air permukaan tidak mencukupi maka perlu melakukan pengeboran airtanah, dan apabila tidak ditemukan sumber air di lokasi maka air diangkut ke lokasi dengan menggunakan mobil-mobil tangki. Setelah sumber air disiapkan selanjutnya pemasangan saluran–saluran air dan pompa, biasanya persediaan air disimpan dalam suatu tanki yang besar di sekitar lokasi pengeboran.



Gambar 2.6. Water Tank

2.4 Persiapan Peralatan Pengeboran.

Berdasarkan target yang mau di bor perlu dipersiapkan peralatan-peralatan pengeborannya. Peralatan-peralatan pengeboran harus dipersiapkan terhadap problem-problem yang mungkin akan dihadapi. Peralatan yang disiapkan didasarkan kepada kedalaman dari target dapat direncanakan ukuran dan kapasitas menara yang akan digunakan. Berdasarkan tekanan formasi yang akan di hadapi, dipersiapkan *Blow Out Preventer* yang sesuai. Selain dari peralatan perlu juga dipersiapkan material-material yang akan digunakan untuk operasi pengeboran, misalnya material-material lumpur pengeboran dan material untuk penyemenan.

2.5 Transportasi

Pengiriman peralatan pengeboran bisa dilakukan melalui jalur darat, air maupun udara tergantung lokasi pengeborannya. Transportasi peralatan pengeboran disebut dengan istilah *moving*. Pemilihan peralatan untuk transportasi peralatan pengeboran ini didasarkan kepada tingkat kemudahan dan biaya serta tingkat kemungkinannya. Dalam melakukan

transportasi harus memperhatikan keselamatan kerja, baik terhadap pekerja, peralatan, maupun lingkungan, mengingat peralatan-peralatan pengeboran yang melintasi besar-besar dan berat. Urutan transportasi juga harus memperhatikan urutan peralatan pengeboran yang akan diangkut. Peralatan yang duluan dipasang dilokasi itulah yang duluan dibawa. Hal ini untuk menghindari penumpukan peralatan di lokasi, mengingat ruang yang terdapat dilokasi terbatas.

a. Transportasi melalui darat

   Pengiriman peralatan melalui darat biasanya dilakukan dengan menggunakan *trailers*. Untuk daerah tertentu misalnya padang pasir pengiriman peralatan dengan cara *"skidding"* yaitu penarikan rig secara utuh ditempatkan pada pelat baja yang datar yang dibawahnya dilengkapi dengan roda yang terbuat dari besi, kemudian rig ini ditarik dengan *buldozer*. Cara ini dilakukan bila keadaan daerahnya relatif datar dan untuk jarak yang jauh cara ini akan lebih efisien dan ekonomis

b. Transportasi melalui air

   Bila lokasi pengeboran berada di daerah berpaya atau dapat didekati dengan sarana air, pengiriman *rig* dapat dilakukan dengan kapal khusus. Jika rig digunakan di daerah berpaya biasanya rig dipasang secara utuh pada "barge" kemudian kapal ini ditarik dengan kapal penarik "*towing ship*".



Gambar 2.7. Transportasi Jalur Darat



Gambar 2.8. Transportasi Jalur Perairan

c. Transportasi melalui udara

Apabila pengiriman peralatan melalui darat dan air tidak praktis atau kondisi geografisnya tidak memungkinkan untuk dilakukan melalui jalur darat atau air maka peralatan dapat dikirim melalui jalur udara. Bila menggunakan kapal terbang, maka di lokasi harus disiapkan cukup lahan untuk landasannya tetapi bila tidak memungkinkan dibuat landasan maka dilakukan dengan menggunakan *helicopter*.



Gambar 2.9. Transportasi Jalur Udara

2.6 Rig Up

Kedatangan *rig* di lokasi pengeboran biasanya berupa bagian-bagian, kontraktor dan personal-personalnya dengan menggunakan mesin derek yang berat dengan segera mulai pemasangan dan pendirian menara bor. *Rig up* adalah merangkai peralatan pengeboran di lokasi, dan mendirikan menara. Peralatan-peralatan yang sudah dipasang perlu diperiksa dengan teliti, tentang kekuatan sambungannya dan kelengkapannya, untuk menghindari kecelakaan yang dapat merusak peralatan dan kemungkinan menimpa pekerja.

Tahap pertama dari rigging up adalah mulai memasang *substructure* langsung setelah pembuatan *cellar* selesai. Pada saat pemasangan *substructure* telah siap dan landasan dari *rig* telah dipasang, *prime mover* dan *drawwork* telah dipasang posisinya kemudian dicoba untuk segera dapat digunakan dan dijalankan.

Tahap selanjutnya melaksanakan pemasangan *over head tools* pada posisinya setelah pemasangan *drilling line* selesai salah satu ujungnya disambungkan pada *drawwork*. Dengan selesainya tahap ini dapat digunakan membantu pendirian derrick pada posisi tegak. Tahap-tahap diatas dapat diilustrasikan melalui gambar-gambar berikut:



Gambar 2.10. Perangkaian *Substructure*



Gambar 2.11. Dasar dari *Mast* Diangkat ke *Rig Floor*



Gambar 2.12. Menegakkan *Mast*

Pada dasarnya persiapan tahap rigging up hampir dapat dikatakan mendekati penyelesaian, lokasi pengeboran tadi telah berubah menjadi suatu kompleks *rotary drilling* yang modern.



Gambar 2.13. Peralatan Mulai dipindahkan ke Posisinya



Gambar 2.14. Penyelesaian Akhir

2.7 Rangkuman

1. Pengeboran adalah usaha secara teknis membuat lubang dengan aman sampai menembus lapisan formasi yang kaya akan minyak atau gas.
2. Metode pengeboran yang selama ini telah dilakukan adalah dengan : Cable tool drilling (Bor tumbuk) dan Rotary drilling (Bor putar).
3. Sebelum operasi pengeboran perlu dilakukan persiapan-persiapan agar bisa terlaksananya operasi pemboran diantaranya perizinan, mempersiapkan lokasi, mempersiapkan jalan ke lokasi, mempersiapkan air, mempersiapkan peralatan pengeboran, transportasi peralatan ke lokasi dan mendirikan menara.
4. Persiapan jalan ke lokasi pengeboran harus memperhatikan keselamatan kerja, baik terhadap pekerja, peralatan, maupun lingkungan, mengingat peralatan-peralatan pengeboran yang melintasi besar dan berat.
5. Lokasi pengeboran dibuat untuk mempermudah pekerjaan-pekerjaan dalam menempatkan peralatan-peralatan di lokasi.

6. Persiapan sumber air yang sangat diperlukan dalam operasi pengeboran sebagai bahan yang digunakan untuk membuat lumpur pengeboran, membuat cement slurry dan untuk keperluan sehari-hari di lokasi.
7. Persiapan peralatan pengeboran berdasarkan target yang mau di bor dan terhadap problem-problem yang mungkin akan dihadapi.
8. Transportasi peralatan pengeboran didasarkan kepada tingkat kemudahan dan biaya, memperhatikan keselamatan kerja, baik terhadap pekerja, peralatan, maupun lingkungan, memperhatikan urutan peralatan pengeboran yang akan diangkut.
9. Rig up adalah merangkai peralatan pengeboran di lokasi, dan mendirikan menara.

2.8 Latihan

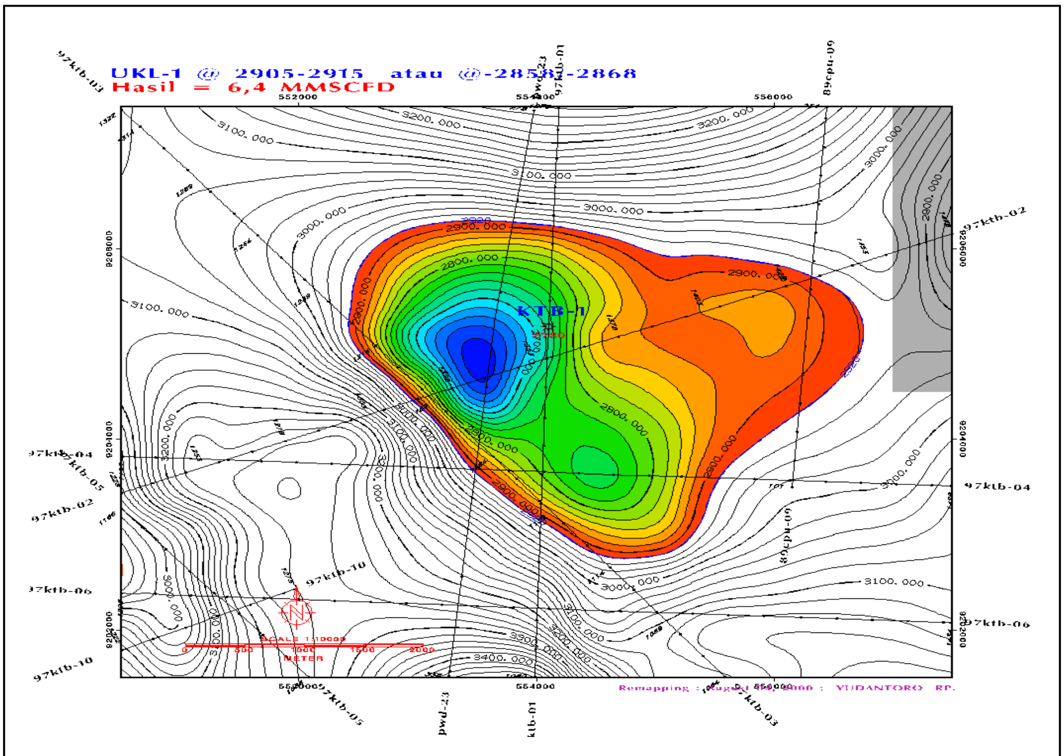
1. Sebutkan tujuan utama dari operasi pengeboran !
2. Sebutkan metode pengeboran yang selama ini telah dilakukan !
3. Sebutkan 5 sistem yang sangat penting dalam operasi pengeboran !
4. Sebutkan persiapan-persiapan apa saja yang diperlukan sebelum melakukan operasi pengeboran!
5. Apa sajakah yang diperhatikan dalam melakukan persiapan jalan ke lokasi pengeboran?
6. Apakah yang dimaksud dengan Cellar?
7. Apakah yang diperhatikan dalam persiapan peralatan pengeboran?
8. Bagaimanakan cara transporati jika lokasi pengeboran berada di darat?
9. Apakah yang dimaksud Rig up?
10. Sebutkan urut-urutan dalam rig up!

BAB III
JENIS-JENIS PENGEBORAN

Indikator keberhasilan: Setelah mengikuti pembelajaran ini siswa diharapkan dapat menyebutkan jenis-jenis pengeboran.

Berdasarkan gambaran peta bawah permukaan dapat ditentukan titik pengeboran untuk membuktikan keberadaan minyak dan gas bumi dalam cekungan. Setelah dilakukan penentuan titik pengeboran dan pemetaan lokasi kemudian dilakukan pengeboran. Pembagian pengeboran minyak dan gas bumi dibedakan berdasarkan :

- Tujuan pengeboran
- Lokasi pengeboran
- Berdasarkan bentuk lubang



Gambar 3.1. Peta Lokasi Pengeboran

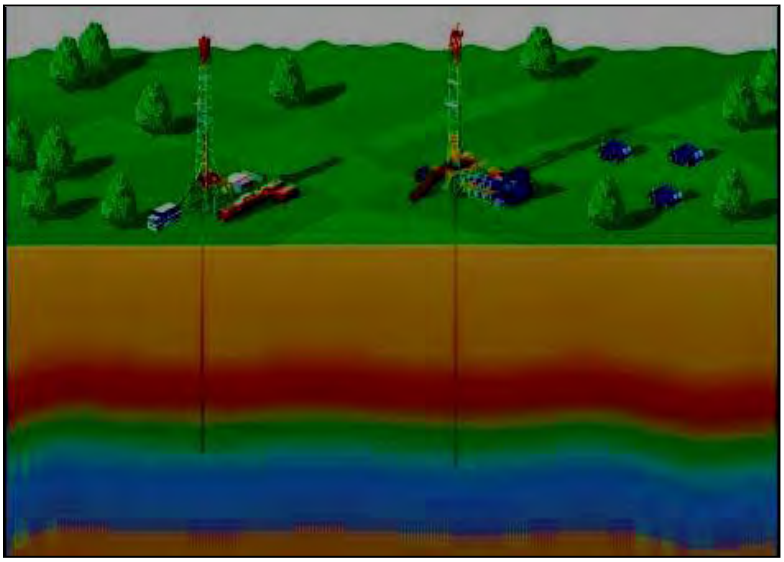
3.1 Berdasarkan Tujuan Pengeboran

Jenis pengeboran ini didasarkan pada tujuan yang akan dicapai dalam melakukan operasi pengeboran. Berdasarkan tujuannya pengeboran dibagi menjadi :

- Pengeboran Eksplorasi
- Pengeboran Deliniasi
- Pengeboran Ekploitasi

1. Pengeboran Eksplorasi

   Tujuan pengeboran eksplorasi ini adalah untuk membuktikan ada tidaknya suatu cekungan mengandung minyak dan atau gas bumi. Pada permulaan pengeboran ini, data-data pengeboran yang akurat belum tersedia sehingga memerlukan perencanaan yang tepat dengan memperhitungkan kemungkinan-kemungkinan masalah yang terjadi selama proses operasi pengeboran. Selain itu diperlukan pengamatan yang teliti selama proses pengeboran dilakukan karena kedalaman lapisan batuan yang memiliki sifat-sifat batuan berbeda yang ditembus oleh mata bor belum diketahui, data-data sifat-sifat batuan yang diamati perlu dicatat sesuai kedalamannya. Pada kenyataannya kedalaman akhir (target) yang dituju dalam pengeboran masih berubah hal ini bias diamati pada data serbuk bor serta data *logging*. Oleh karenanya konstruksi sumur yang meliputi desain *casing*, penyemenan, lumpur, *bit* dan material lainnya menyebabkan biaya pengeboran lebih mahal. Sumur eksplorasi sering disebut sebagai sumur "*Wild Cat*", artinya selama operasi pengeboran akan didapati banyak masalah pengeboran yang akan ditemukan yang mengakibatkan waktu lebih lama dan biaya lebih mahal dikarenakan tujuan pengeboran eksplorasi adalah untuk mendapatkan data seakurat mungkin. Pada umumnya pengeboran eksplorasi dilakukan pertama kali, titik lokasinya berada di atas puncak suatu perangkap reservoir yang berbentuk Antiklin. Gambaran pengeboran eksplorasi yang pertama dapat dilihat pada gambar 3.2.



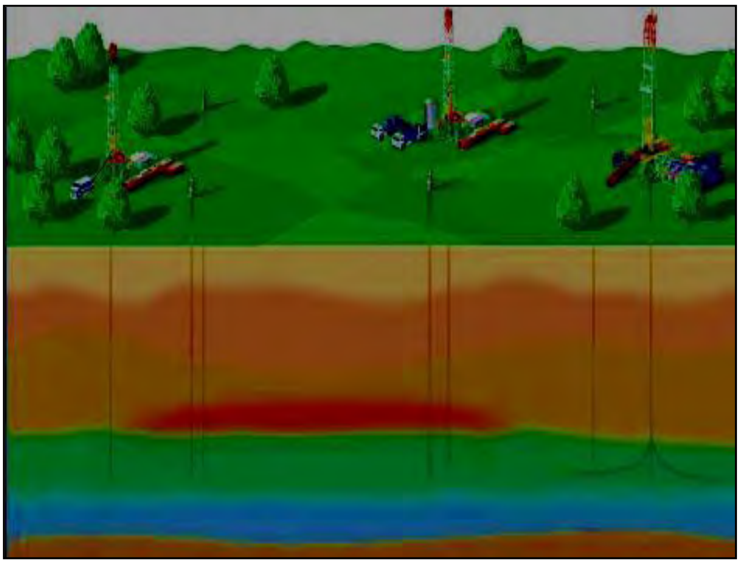
Gambar 3.2. Pengeboran Eksplorasi

Pada gambar 3.2. terlihat bahwa pada *reservoir* terdapat tiga lapisan fluida yang tersusun dari atas ke bawah sesuai dengan densitasnya yaitu gas yang memiliki densitas paling ringan berada di atas kemudihan di bawahnya minyak dan di bawah minyak terdapat air. Pertama kali pengeboran menembus *reservoir* akan melalui zona mengandung gas dan kemudian melalu zona minyak di bawahnya, dan akan menembus zona air.. Secara umum dibawah lapisan minyak terdapat air sebagai batas bawah suatu *reservoir* minyak. Batas-batas antara ketiga fluida *reservoir* tersebut sering disebut dengan *Gas Oil Contact(GOC)* untuk batas antara gas dengan minyak dan *Water Oil Contact (WOC)* untuk batas antara minyak dan air. Bila pengeboran pada puncak perangkap tidak menemukan hidrokarbon, *reservoir* tersebut kosong atau yang disebut dengan *dry hole*

2. Pengeboran Deliniasi

   Jenis pengeboran ini bertujuan untuk mengetahui penyebaran reservoir, mencari batas-batas, serta ketebalan reservoir. Pada pengeboran ini sudah ada data sumur dari hasil data-data pengeboran yang dilakukan pada pengeboran eksplorasi sehingga biaya

pengeboran dan konstruksi sumur sudah dapat diperhitungkan secara relatif.



Gambar 3.3. Pengeboran Deliniasi

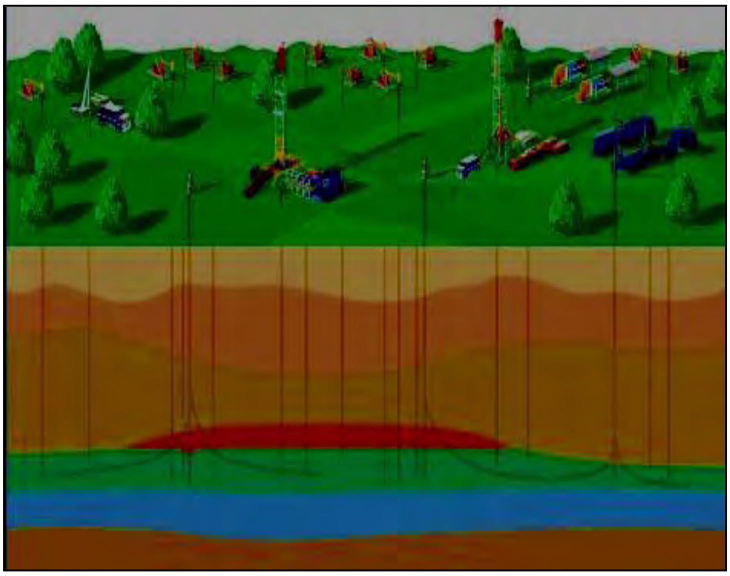
Untuk menentukan batas-batas suatu *reservoir* maka dilakukan beberapa pengeboran dengan jarak-jarak tertentu dari sumur yang pertama. Pengeboran sumur yang kedua diharapkan menembus zona minyak dengan ketebalan yang sangat tipis, dan zona air yang tebal. Hal ini dapat dikatakan sebagai batas *reservoir* minyak. Namun bila pengeboran menembus zona minyak yang tebal seperti pengeboran pada sumur ketiga yang masih menembus minyak yang tebal dan ketebalan air yang cukup berarti maka hal ini tidak dapat dijadikan sebagai batasan *reservoir*. Untuk itu perlu dilakukan pengeboran yang keempat pada jarak tertentu dari sumur yang kedua. Ternyata sumur ke empat tidak menemukan minyak, hanya menemukan air yang sangat tebal. Sehingga batas minyak dan air adalah antara sumur ketiga dan sumur keempat. Untuk menentukan batas-batas reservoir minyak adalah berdasarkan ketebalan minyak dari setiap sumur yang dibor. Selanjutnya berdasarkan ketebalan-ketebalan minyak dari setiap

sumur dibuat peta isopach yang digunakan untuk menghitung volume batuan yang mengandung minyak.

3. Pengeboran eksploitasi

   Pengeboran ini bertujuan untuk meningkatkan pengurasan terhadap reservoir produksi sekaligus meningkatkan produksi.Pengeboran sumur eksploitasi memerlukan biaya jauh lebih murah karena data-data sumur sudah lengkap seperti kedalam dan ketebalan reservoir, jenis dan sifat batuan yang ditembus mata bor dan lain-lain.

   Sumur eksplorasi dapat diubah fungsinya menjadi sumur eksploitasi dengan catatan sumur eksplorasi tersebut bernilai ekonomis untuk diproduksiakan. Sumur-sumur yang memproduksikan minyak disebut juga dengan sumur produksi. Jadi sumur eksploitasi yang berhasil, juga merupakan sumur produksi.



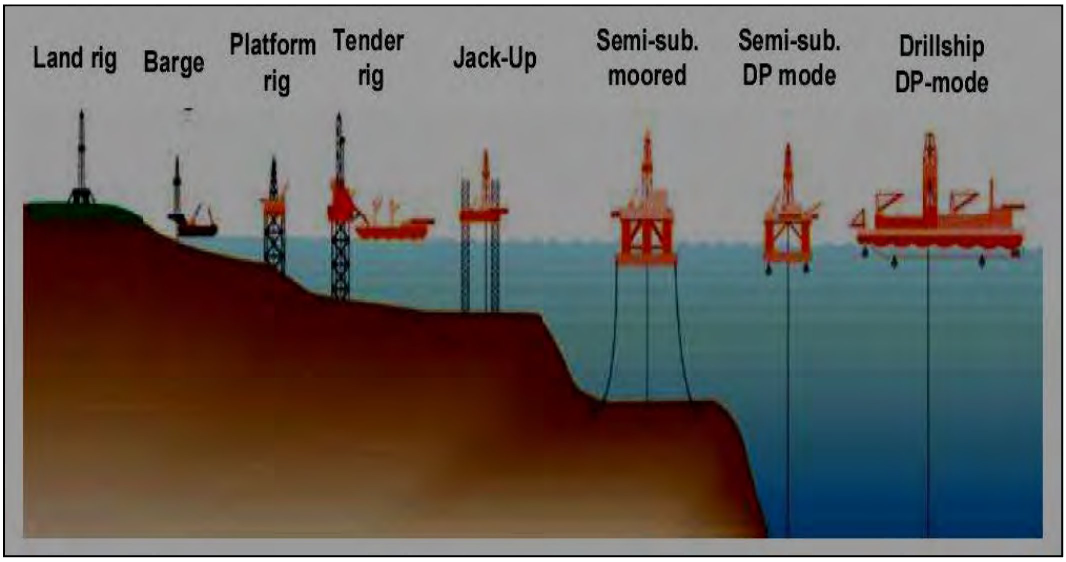
Gambar.3.4. Pengeboran Eksploitasi.

3.2 Berdasarkan Lokasi Pengeboran

Jenis pengeboran ini didasarkan pada lokasi dimana pengeboran ini dilakukan. Berdasarkan letak dari titik lokasi, pengeboran dibedakan menjadi :

- pengeboran darat *(Onshore)*
- pengeboran lepas pantai *(Offshore)*

Pengeboran darat adalah semua kegiatan pengeboran yang titik lokasinya berada di daratan. Istilah lainnya adalah *Onshore Drilling***.** Pengeboran lepas pantai adalah kegiatan pengeboran yang titik lokasinya berada di laut lepas pantai samapai perairan yang dalam. Akan tetapi dapat dimasukkan juga untuk pengeboran lepas pantai bila titik lokasinya berada pada lingkungan yang berair, seperti pengeboran di sungai, di rawa dan di danau namun dengan persyratan kedalam tertentu. Istilah lain untuk pengeboran lepas pantai adalah *Offshore Drilling*. Gambaran dari *onshore* dan *offshore drilling* dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. *Onshore* dan *Offshore drilling*

3.3 Berdasarkan Bentuk Lubang

Jenis pengeboran ini didasarkan pada bentuk lubang yang dibuat atau dibentuk pada operasi pengeboran yang dilakukan. Berdasarkan bentuk lubangnya, pengeboran dibedakan menjadi :

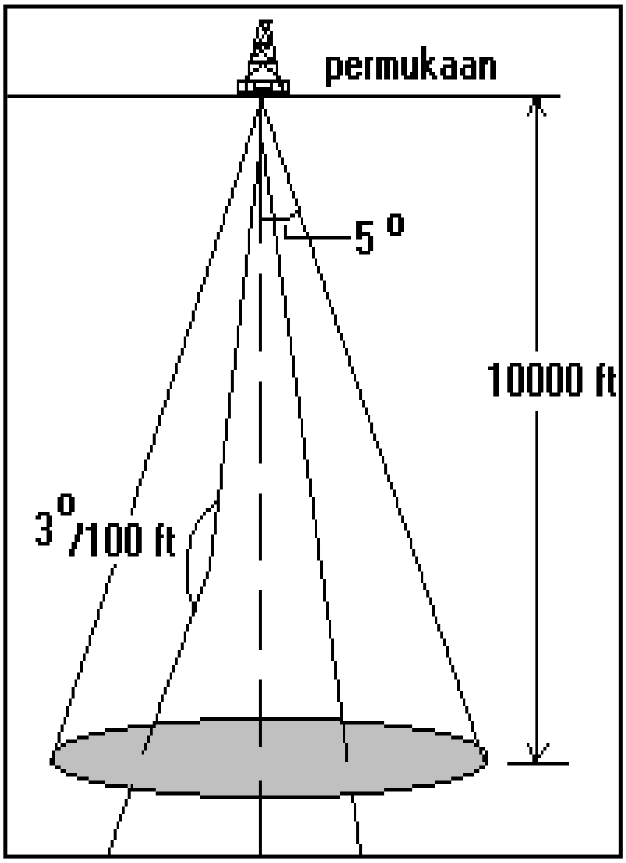
- Pengeboran tegak (*straight hole drilling/vertical drilling*)
- Pengeboran berarah (*directional dan horizontal drilling*)

1. Pengeboran Lurus.

   Pengeboran lurus disebut juga dengan pengeboran vertikal atau *Straight Hole Drilling*. Artinya pengeboran yang dilakukan mulai dari titik lokasi di permukaan, lubang dipertahankan lurus vertikal sampai ke titik target. Pengeboran yang digolongan dalam pengeboran lurus atau *straight hole drilling*, adalah bila memenuhi persyaratan seperti di bawah ini (dapat dilihat pada Gambar 3.6.) :

   - Pengeboran masih dalam suatu kerucut dengan sudut 5^{o} , untuk ketinggian kerucut 10.000 ft. Kerucut ini dibentuk dari titik awal pengeboran di permukaan sampai kedalaman mencapai 10.000 ft dengan kemiringan kerucut sebesar 5^{0}. Selama lubang yang dibentuk pada operasi pengeboran yang dilakukan masih berada di dalam lingkup kerucut tersebut maka pengeboran ini termasuk pengeboran lurus/vertikal/*straight hole*
   - Lubang boleh membelok, asal *dog leg* maksimum adalah 3^{o} per 100 ft. Pada kenyataanya lubang tidak mungkin bisa dipertahankan selurus mungkin, hal ini dikarenakan kondisi lapisan batuan yang memiliki sifat-sifat yang berbeda sehingga akan berpengaruh pada kondisi lubang pengeboran. Sehingga lubang pengeboran akan sedikit membelok atau sering dinamakan *dog leg.* Hal ini diperbolehkan asalkan pembelokannya tidak melebihi 3^{0} per 100 ft dan selama berada pada kerucut seperti penjelasan di atas.

   Jika lubang sumur yang dibuat masuk ke dalam kerucut seperti gambar 3.6, maka jenis pengeborannya termasuk kelompok straight hole drilling. Apabila dog legnya lebih kecil dari 3^{o} /100 ft, tapi lubang sumur keluar dari kerucut seperti Gambar 3.6, maka jenis pengeborannya bukan lagi termasuk kelompok straight hole drilling.



Gambar 3.6. *Straight Hole Drilling*

2. Pengeboran Berarah atau Horisontal.

   Didalam melakukan pengeboran suatu formasi, selalu diharapkan pengeboran dengan lubang yang lurus/vertikal, karena pengeboran dengan lubang yang lurus/vertikal selain dalam operasinya lebih mudah, juga pada umumnya biayanya menjadi lebih murah. Namun karena kondisi-kondisi tertentu, pengeboran lurus/vertikal tidak bisa dilakukan oleh karenanya perlu dilakukan pengeboran yang bisa diarahkan sesuai kondisi-kondisi tersebut. Pengeboran yang dilakukan dengan cara mengarahkan lubang biasa disebut dengan pengeboran berarah atau pengeboran horisontal *(Directional and Horizontal Drilling)*. Beberapa faktor-faktor penyebab dilakukannya pengeboran berarah atau horizontal *(Directional and Horizontal Drilling)* adalah geografi, geologi dan pertimbangan ekonomi. Di bawah ini beberapa

contoh alasan dilakukannya pengeboran berarah atau horizontal *(Directional and Horizontal Drilling).*

a. Inaccesible Location Drilling

Beberapa *reservoir* dengan kondisi di permukaan yang tidak memungkinkan untuk dilakukan pengeboran lurus/vertical akan sangat cocok untuk dilakukan pengeboran berarah atau horizontal *(Directional and Horizontal Drilling).* Teknik ini adalah salah satu dari teknik pengeboran berarah yang paling umum dilakukan untuk mencapai lapisan yang tidak dapat dicapai dengan cara yang biasa, sebagai contoh *reservoir* yang terletak di bawah kota, di bawah lahan pertanian/perkebunan, dll. Gambar 3.7. memperlihatkan formasi yang berada di bawah perkotaan sehingga dilakukan pengeboran berarah atau horizontal *(Directional and Horizontal Drilling).*

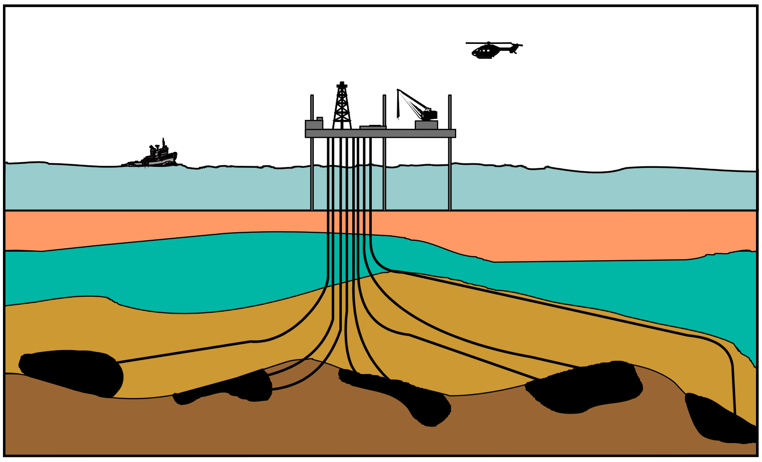


Gambar 3.7. Formasi di Bawah Kota

b. Multiple Well Drilling

Bila suatu lokasi pengeboran memiliki keterbatasan area pada permukaan sehingga tidak mungkin dilakukan pengeboran banyak sumur dengan letak yang berbeda. Hal ini bisa diatasi dengan melakukan pengeboran *multiple well*. Yakni mengebor pada satu lokasi dengan banyak sumur yang dibuat, untuk itu dilakukanlah

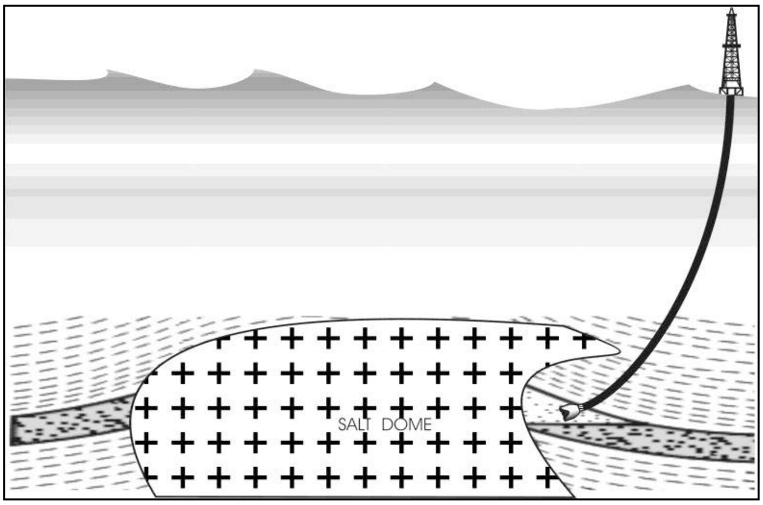
pengeboran berarah atau horizontal *(Directional and Horizontal Drilling).Multiple well drilling* ini sering dilakukan pada pengeboran lepas pantai dari suatu platform tunggal atau dari suatu tempat yang terpencil. Gambar 3.8. memperlihatkan suatu platform yang melakukan *Multiple well drilling.*



Gambar3.8. Multiple Well Drilling

c. Salt Dome Drilling

Pada daerah yang didapati kubah garam *(salt dome)* yang letaknya berada di atas *reservoir* minyak, pengeboran lurus/vertical tidak mungkin dilakukan. Karena bila pengeboran menembus kubah garam *(salt dome)* akan mengakibatkan masalah yang serius terutama akan terjadinya *blow out* sehingga perlu dilakukan pengeboran berarah atau horizontal *(Directional and Horizontal Drilling)* yangakan mengarah langsung ke *reservoir* minyak. Gambar 3.9. memperlihatkan reservoir yang berada d bawah kubah garam *(salt dome).*



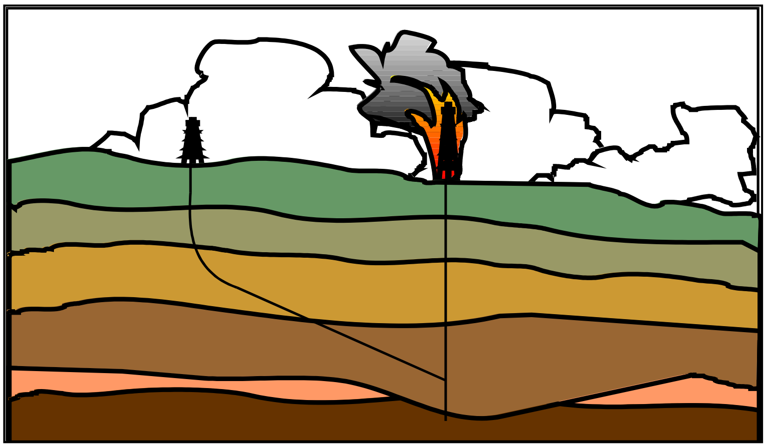
Gambar 3.9. Formasi dibawah Kubah Garam

d. *Side Tracking atau Straightening*

Kadangkala dalam melakukan operasi pengeboran lurus/vertika terjadi pembelokan yang sangat parah sehingga menjauh dari target, sehingga perlu untuk meluruskan kembali lubang sumur tersebut. Untuk itu dilakukan *side tracking* dengan melakukan pengeburan berarah. Atau pada kejadian dimana *fish* yang tidak dapat diangkat dan terkubur dilubang bor, pengeboran harus menghindari fish tersebut agar peralatan pengeboran tidak rusak maka dilakukan *side tracking*.

e. Relief Well Drilling

Pada kejadian sumur yang *blow out*, salah satu cara untuk menanggulanginya adalah dengan mengebor atau membuat *relief well. Relief well* merupakan sumur yang dibuat di dekat sumur yang *blow out* dengan tujuan untuk mengalirkan fluida yang mengakibatkan *blow out* sehingga dapat dikendalikan. Biasanya *relief well* dilakukan dengan pengeboran berarah atau horizontal *(Directional and Horizontal Drilling).*



Gambar 3.10. Relief Well Drilling

3.4 Rangkuman

1. Jenis-jenis pengeboran didasarkan pada tujuannya, lokasinya dan bentuk lubang yang dibuat.
2. Pengeboran eksplorasi bertujuan untuk membuktikan suatu cekungan terdapat minyak dan gas bumi dengan belum didukung oleh data-data pengeboran.
3. Pengeboran deliniasi bertujuan mengetahui penyebaran *reservoir*, mencari batas-batas dan ketebalan *reservoir*.
4. Pengeboran ekploitasi bertujuan meningkatkan pengurasan terhadap *reservoir* produksi sekaligus meningkatkan produksi.
5. Pengeboran yang titik lokasinya berada di darat dinamakan pengeboran darat (*onshore*) sedangkan bila titik lokasinya berada di laut lepas pantai disebut dengan pengeboran lepas pantai *(offshore*)
6. Pengeboran lurus/*straight hole drilling* harus berada pada suatu kerucut sudut 5^o dengan kedalaman 10000 ft. Lubang boleh membelok dengan *dogleg* maksimum 3^o per 100ft.
7. Pengeboran berarah dilakukan karena alasan *inaccesible location, multiple well*, adanya *salt dome*, *side tracking* dan untuk *relief well*.

3.5 Latihan

1. Berdasarkan apa sajakah pembagian jenis-jenis pengeboran?
2. Apakah perbedaan pengeboran eksplorasi dengan eksploitasi ?
3. Sebutkan ciri-ciri pengeboran delinisai!
4. Gambarkan pengeboran-pengeboran berdasarkan lokasinya dari darat sampai tengah lautan!
5. Apakah perbedaan pengeboran lurus dengan pengeboran berarah?

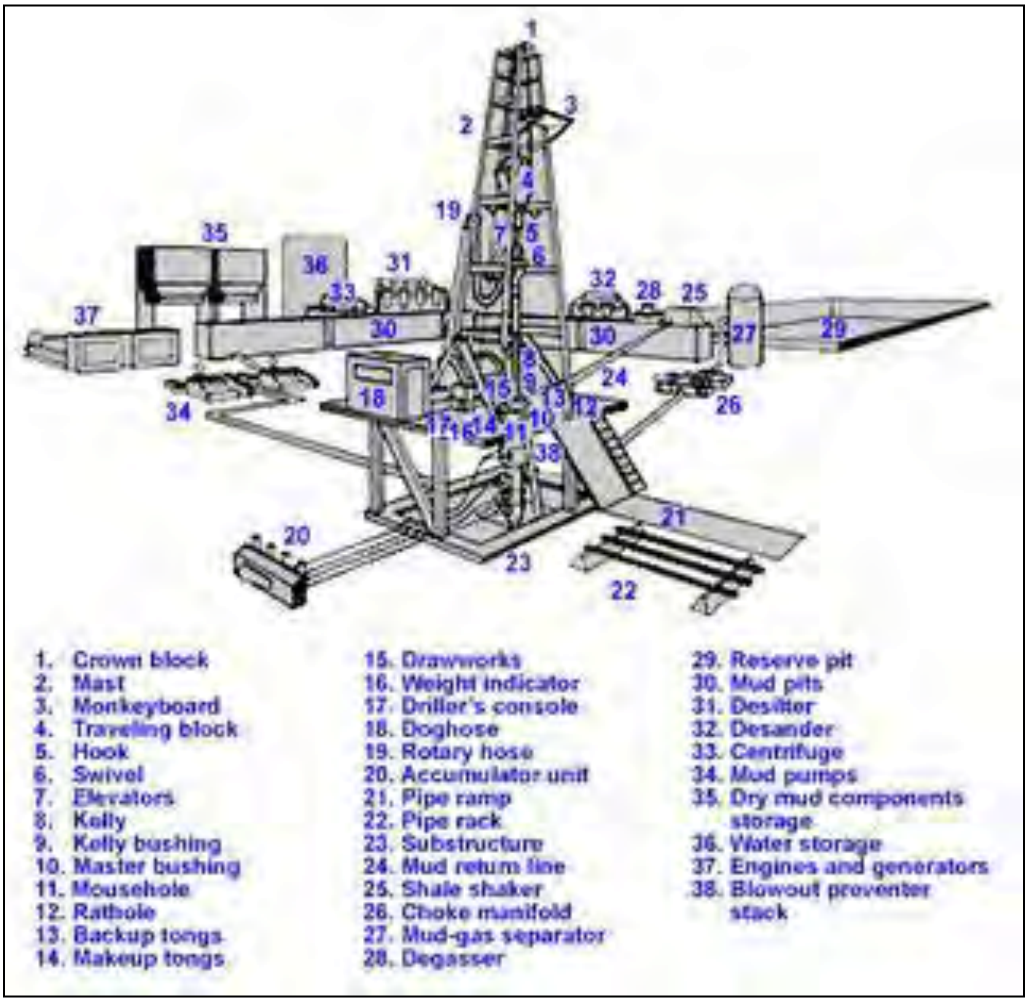
BAB IV
SISTEM PERALATAN BOR PUTAR

Indikator keberhasilan: Setelah mengikuti pembelajaran ini siswa diharapkan dapat menjelaskan sistem-sistem pada operasi pengeboran.

Pada perkembangannya teknologi pengeboran semakin maju, dan hingga saat ini sistem peralatan bor putar adalah teknologi yang paling tepat untuk digunakan dalam operasi pembuatan sumur pengeboran. Pada sistem peralatan bor putar ini memiliki beberapa fungsi utama yang mendukung dalam kegiatan operasi pengeboran, secara garis besar peralatan pengeboran dapat dibagi menjadi lima sistem peralatan utama, yaitu, sistem angkat *(hoisting system)*, sistem putar *(rotating system)*, sistem sirkulasi *(circulating system)*, sistem tenaga *(power system)* dan sistem pencegah sembur liar *(Blow Out Preventer system)*.

Pada prinsipnya lima sistem ini saling mendukung satu sama lainnya. Dalam kegiatan yang dilakukan pada operasi pengeboran, lima sistem ini bekerja secara bersamaan dan saling mendukung. Sehingga keberhasilan suatu operasi pengeboran sangat tergantung pada baik tidaknya performa dari lima sistem ini.

Dalam operasi pengeboran yang menggunakan sistem peralatan putar ini dikenal dua jenis sistem putar yakni sistem *Kelly* dan *top drive*. Pada sistem *Kelly* putaran yang dihasilkan adalah dengan mentrasfer putaran dari rotary table ke *Kelly* dan diteruskan ke rangkaian pengeboran lainnya. Sedangkan pada *top drive*, rangkain pengeboran langsung disambungkan ke *top drive* dan putaran yang dihasilkan adalah dari motor yang ada pada *top drive*.

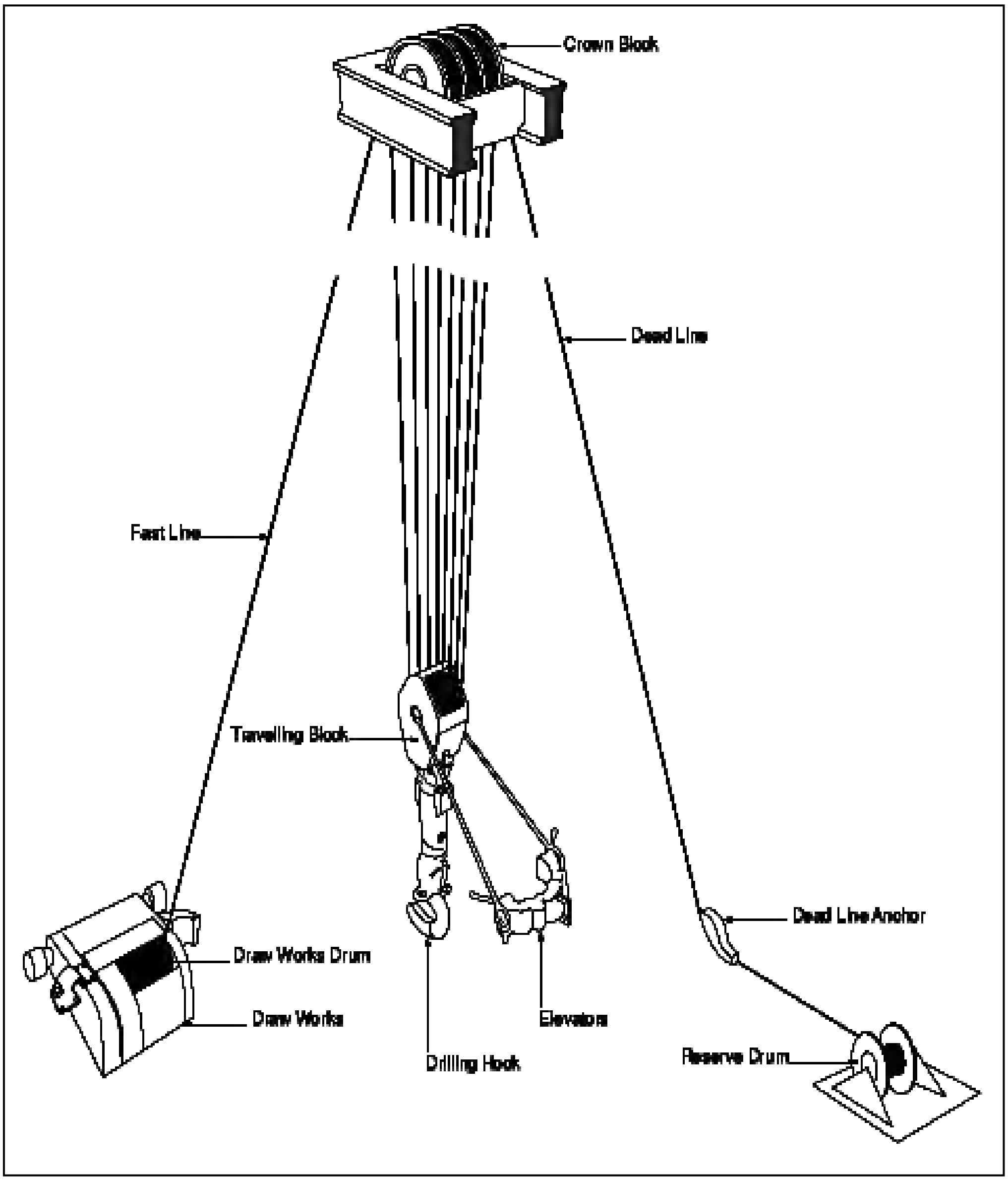


Gambar 4.1. *Rig Equipment*

4.1 Sistem Angkat(Hoisting System)

Sistem angkat *(hoisting system)* fungsi utamanya adalah memberikan ruang kerja yang cukup bagi *crew* pengeboran dan untuk pengangkatan serta penurunan rangkaian pipa bor dan peralatan lainnya. Sistem angkat ini sangat penting dalam kegiatan menyambung dan melepaskan rangkaian pengeboran seperti *bit, drill collar, drill pipe dan atau Kelly*. Sistem angkat terdiri dari dua bagian utama, yaitu :

1. Struktur pendukung *(Supporting structure)*
2. Peralatan Angkat *(Hoisting equipment)*

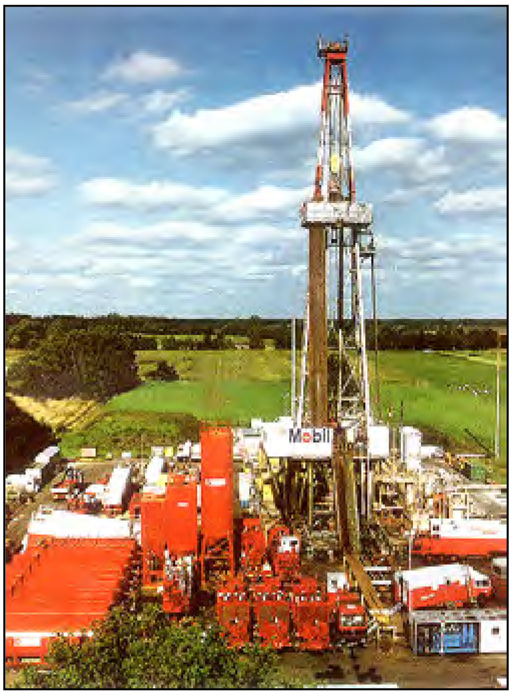


Gambar 4.2. Sistem Angkat *(hoisting system)*

1. Struktur pendukung *(Supporting structure)*

   Supporting structure berfungsi untuk menyangga peralatan-peralatan pengeboran dan juga memberi ruang yang cukup bagi operasi pengeboran. *Supporting structure* terdiri dari *drilling tower* (*derrick* atau *mast*), *substructure* dan *rig floor*.

a. *Drilling tower* atau biasa disebut menara pengeboran dibagi menjadi tiga jenis, yaitu :



Gambar 4.3. Menara Bor Darat

- *Conventional/standart derrick*, menara ini tidak dapat didirikan dalam satu unit, akan tetapi pendiriannya disambung bagian demi bagian. Banyak digunakan pada pengeboran sumur lepas pantai. Untuk memindahkan *derrick* ini harus dilepas satu persatu bagian kemudian dirangkai kembali di tempat tujuan.
- *Protable Skid Mast*. Menara ini posisi berdirinya dari bagian satu dengan lainnya dilas maupun *discrup*. Tipe ini dapat juga didirikan dengan cara ditahan oleh *telescoping* dan diperkuat oleh tali–tali yang ditambatkan secara tersebar. Menara ini lebih murah, mudah dan cepat dalam pendiriannya, transportasinya murah, tetapi dalam penggunaannya terbatas pada pengeboran yang tidak terlalu dalam.
- *Mobile* atau *trailer mounted type mast*. Tipe *mast* tercantum dalam standarter API 4D.



Gambar 4.4. Menara Bor Offshore

b. *Substructure* adalah konstruksi dari kerangka baja sebagai *platform* yang terpasang di atas lubang bor langsung. *Substructure* memberikan ruang kerja bagi pekerja dan peralatan dibawah/di atas lantai bor.Tinggi *substructure* ditentukan berdasarkan tipe *rig* dan BOP stack. Substructure mampu menahan beban yang sangat besar, yang berasal dari derrick atau mast, peralatan *hoisting*, *rotary table, drill string (drill pipe, drill collar dll.)* dan beban dari *casing*.



Gambar 4.5. *Substructure*

c. *Rig floor* memiliki fungsi utamanya adalah memberi tempat kerja bagi crew pengeboran dalam melakukan operasi pengeboran. Pada *rig floor* terdapat : *Rotary table, Mouse hole, Rat hole, Kunci-kuci tong, Slip*, dll



Gambar 4.6. *Rig Floor*

2. Peralatan angkata *(Hoisting Equipment)*.

   Peralatan *pengangkatan* terdiri dari :

   a. *Drawwork*

      Drawwork merupakan peralatan yang sangat penting dalam sistem angkat, karena melalui drawwork, seorang driller melakukan dan mengatur operasi pengeboran. Drawwork juga merupakan rumah daripada gulungan drilling line.Drilling line ini digunakan untuk menaik turunkan peralatan *hoisting system* ini.

      Drawwork memegang peran yang sangat penting karenanya sering kali model/type drawwork dijadikan nama atau sebutan sebuah *rig*. Model drawwork dituliskan berdasarkan*nominal driling depth* atau *maksimum horsepower rating.*

      Contoh :

      Drawwork National 1625, drilling depth ratingnya 16.000 sampai 25.000 ft

      Drawwork National 610, *drilling depth* ratingnya 6.000 sampai 10.000 ft.

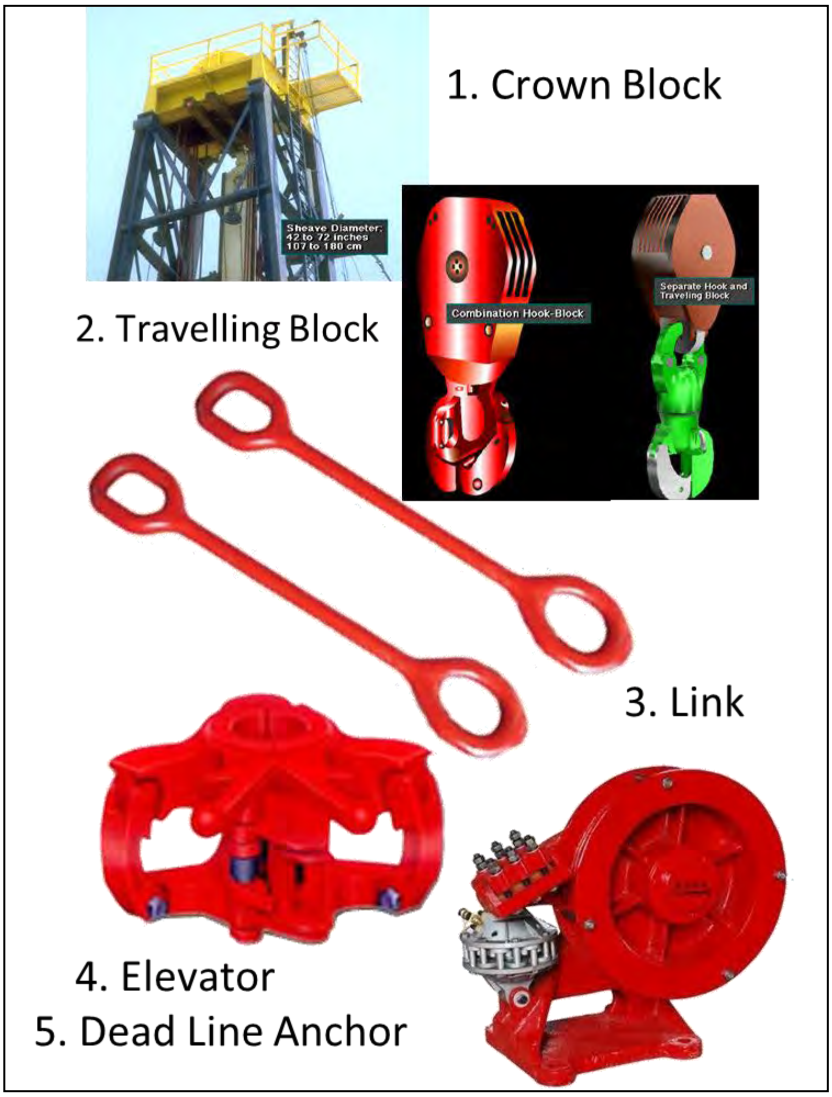
      Drawwork Ideco H 1200 HP, maksimum Input HP ratingnya 1200 HP - 800 HP.



Gambar 4.7. *Drawwork*

b. *Overhead tools*

Overhead tool merupakan rangkaian sekumpulan peralatan yang terdiri dari *crown block, traveling block, link, elevator dan deadline anchor*. Peralatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8. *Overhead Tools*

Crown Block dipasang di atas atau paling atas *mast* yang terbentuk daru *pully-pully*, tersambung dengan *travelling block* melalui *drilling line*, untuk mengangkat beberapa peralatan

pemboran. *Crown Block* bekerja ketika *drilling line* ditarik atau diturunkan oleh *drawwork*.

Travelling blockbergerak menyesuaikan *crown block*, bergerak naik turun untuk menangkat *hook block*.

Link merupakan alat yang digunakan untuk menghubungkan antara *travelling block* dengan *elevator*. Alat ini dipasang pada telinga *travelling block* dan *elevator*.

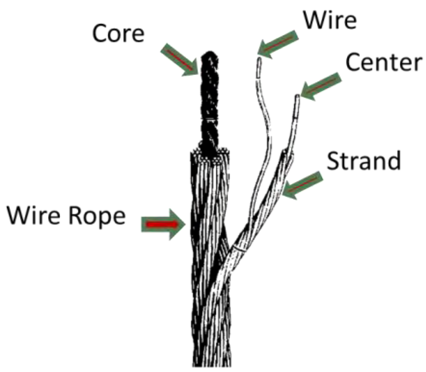
Elevator adalah alat yang terhubung oleh *link* dan merupakan alat yang dipakai untuk memindahkan pipa pengeboran. *Elevator* bekerja dengan mencengkeram pipa dan dikunci oleh sistem penguncian pada *elevator*.

Deadline anchor merupakan alat yang dipakai untuk menambatkan drilling line.

c. *Drilling line*

Drilling line terdiri dari *dead line, fast line, drilling line, dan supply*. *Drilling line* digunakan untuk menahan (menarik) beban pada hook. Drilling line terbuat dari baja dan merupakan kumpulan kawat baja yang kecil dan diatur sedemikian rupa hingga merupakan suatu lilitan. Lilitan ini terdiri dari enam kumpulan dan satubagian tengah yang disebut *"core"* dan terbuat dari berbagai macam bahan seperti *plastic dan textile*.

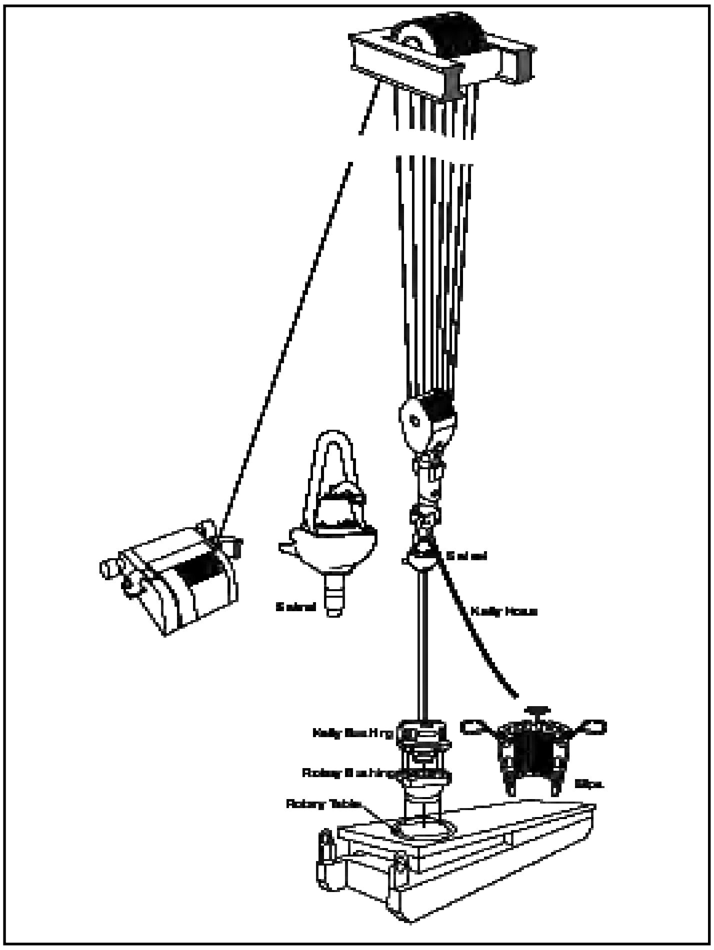




Gambar 4.9. *Drilling Line*

4.2 Sistem Putar*(Rotating System)*

Fungsi utama dari sistem putar *(rotating system)* adalah untuk memberikan puataran pada rangkaian pipa bor dan juga memberikan beratan pada pahat dalam mengebor suatu formasi. Putaran bersumber dari putaran *rotary table* (apabila menggunakan *Kelly*) atau dari putaran motor pada *top drive*. Besarnya putaran yang diinginkan biasanya disebut dengan *Rotation Per Minutes(RPM)*. Besarnya beban rangkaian pemboran akan memberikan beratan yang berguna untuk membantu mata bor dalam pemecahan batuan pada saat operasi pengeboran berlangsung. Beban ini sering dinamakan denga *Weight On Bit(WOB).* Dengan kombinasi RPM dan WOB yang tepat akan menghasilkan kecepatan pengeboran yang optimum (*Rate of Penetration optimum*).



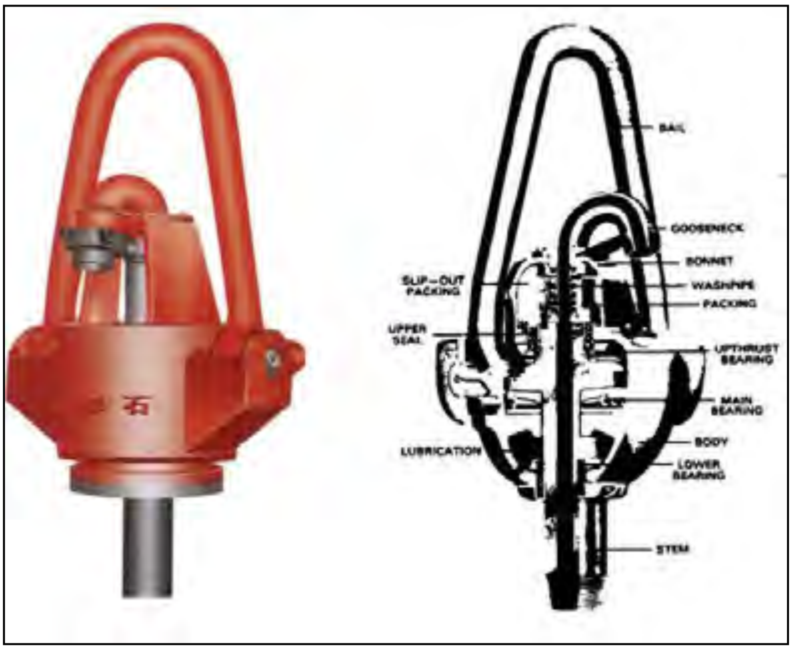
Gambar 4.10. Sistem Putar (*rotating system)*

Komponen utama dari sistem angkat (*rotating system)* antara lain :

1. *Swivel*
2. Peralatan putar *(Rotating Equipment)*
3. Rangkaian pengeboran *(Drill Stem)*
4. Mata bor *(Bit)*

Susunan dari komponen sistem angkat (*rotating system)* dapat dilihat pada Gambar 4.10.

1. *Swivel*, alat ini terpasang pada ujung teratas rangkaian pipa bor dan terhubung langsung dengan sistem angkat *(hoisting system)* dan juga sistem sirkulasi *(circulating system)*. Alat ini memiliki beberapa fungsi penting, antara lain :
   - Memberikan kebebasan kepada rangkaian pipa bor untuk berputar.
   - Sebagai penghubung antara *rotary hose* dengan *kelly* sehinggamemungkinkan lumpur bor untuk sirkulasi tanpa mengalami kebocoran.
   - Menghubungkan drill stem ke sistem pengangkat.*Swivel* dikaitkan ke *hook* dan *travelling block* melalui *swivel bail*. *Swivel* harus mampu menahan beban berat *drill stem* selama operasi pengeboran dan ditambah beban tarikan *(over pull)* bila *drill stem* terjepit dan lain-lain.
   - Memungkinkan sistem putar *(rotary system)* memutar batang bor *(drill stem)*. *Body/Housing swivel* tidak berputar tetapi menahan *swivel stem* yang berhubungan dengan *kelly* dan *drill stem* dibawahnya. Badan *swivel* memiliki unit-unit *(bearing)* yang menahan dan mengatur gerakan *swivel*, dihubungkan dengan *kelly* dan *drill stem* yang diputar oleh meja putar 35 – 200 RPM.
   - Mengalirkanlumpur bor tekanan tinggi ke *drill stem* tanpa kebocoran. Lumpur yang bertekanan dari *rotary hose*, melewati *swivel goose neck, wash pipe asembly* dan *swivel stem* lalu masuk ke *kelly* dan *drill stem* dibawahnya.



Gambar 4.11. *Swivel*

Bagian-bagian dari *swivel*ini terdiri dari :*bail, gooseneck, washpipe assembly, bonnet, housing, rotating swivel stem dan pin*.Pada *Top drive*, *swivel* terpasang menjadi satu dengan *top drivenya*. Swivel ini dapat dilihat pada Gambar 4.11.

Swivel dibuat tahan terhadap bahaya kikisan/erosi dari lumpur bor. Tahan terhadap kebocoran pada tekanan sirkulasi yang mencapai 4500 psi dan debit dapat mencapai 1000 GPM dengan putaran *drill stem* mencapai 200 RPM atau lebih dan juga harus mampu menahan beban lebih dari 500 ton.

2. Peralatan putar *(rotating equipment)*, peralatan-peralatan yang digunakan untuk memberikan putaran pada rangkaian pengeboran. Putaran yang dihasilkan memiliki kekuatan yang sangat besar agar mampu memutar rangkaian pengeboran yang panjang. Beberapa fungsi dari peralatan putar *(rotating equipment)* antara lain :
   - Memutar batang bor selama operasi-operasi pemboran.
   - Menahan dan menggantung batang bor atau pipa lainnya dengan slip-slip atau melepas pipa dari rangkaian pipa bor.putar *(rotary*

slip) sewaktu menambah atau melepas pipa dari rangkaian pipa bor.

Peralatan putar *(rotating equipment)* terdiri dari : *Rotary table, Master Bushing, Kelly bushing, Rotary slips, Insert bowl/slip bowl, Make up dan break out tong, Kelly spiner.*

a. *Rotary table* (meja putar), dipasang diatas lantai bor di dalamnya terdapat *master bushing*. Pada *master bushing* terdapat *box* yang dimasuki oleh *pin* dari *kelly bushing*. Sehingga bila *rotary table* berputar, *master bushing* berputar, dan *kelly bushing* akan berputar. Gambaran *rotary table*, dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12. *Rotary Table*

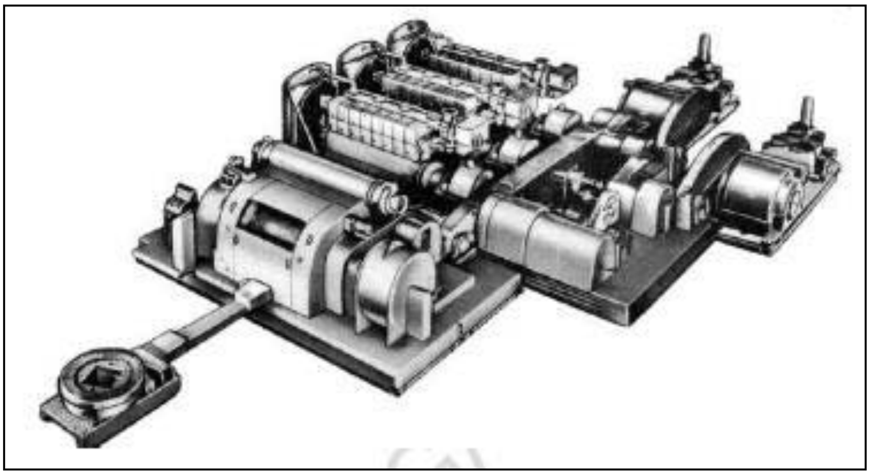
Alat ini dipasang pada lantai bor dan posisi tegak lurus dengan *traveling block*. Bagian tengah dari *rotary table* terdapat lubang, dan *master bushing* dipasang di dalamnya. *Rotary table* harus dibersihkan dari lumpur yang tercecer, agar operator lantai bor tidak terpeleset pada waktu bekerja di lantai bor. Pembersihannya dilakukan dengan semprotan air.

Ukuran dan kapasitas beban *rotary table* berkisar antara 100 sampai 600 ton. Kecepatan putaran pengeboran berkisar antara 35 sampai 200 putaran permenit searah jarum jam. Kecepatan diatur

oleh *Driller*, tergantung pada tipe mata bor yang dipakai dan lapisan yang ditembus.

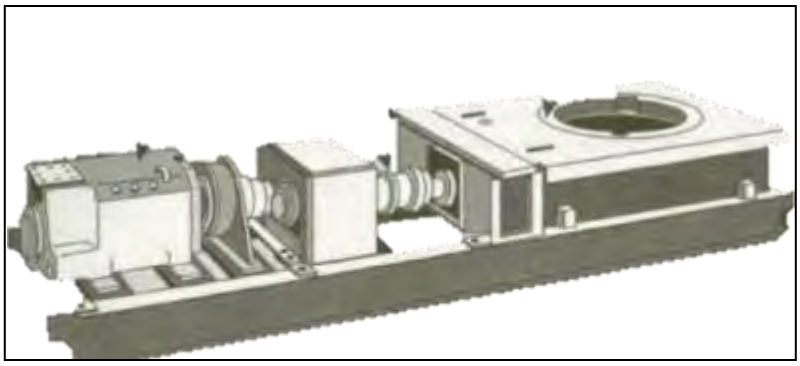
Sistem penyaluran tenaga ke meja putar melalui dua cara yaitu :

- Melalui rantai penggerak ke *"Drawwork"*, meja pemutar digerakkan dengan sistem transmisi rantai, yang digerakkan oleh gigi gear *(sprocket)* di *drawwork*. Dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13. *Rotary table* dengan penggerak *Drawwork*

- Hubungan langsung dengan penggerak mula *(prime mover independent drive).* Dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14. *Rotary table* dengan penggerak *Prime mover*

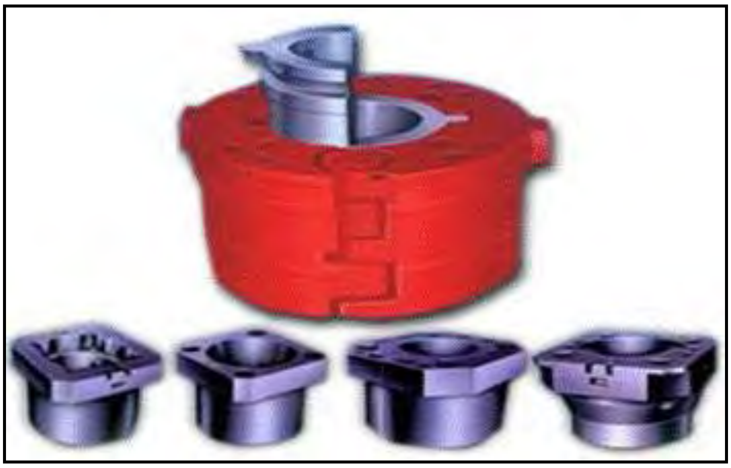
b. *Master bushing* (bantalan utama) adalah alat yang dapat dilepasdan diganti dengan ukuran yang sesuai dengan lubang pada meja pemutar dan kebutuhan operasi. Alat ini menjadi tempat kedudukan salah satu dari dua alat-alat perlengkapan pemutar yaitu *kelly* bushing atau *rotary slip*. *Kell*y dimasukkan melalui bantalan *kelly*, bantalan utama dan meja putar. Kemudian tenaga putar (gerakan berputar) diteruskan dari meja pemutar ke *kelly* dan batang bor dibawahnya.

Apabila slips pemutar dimasukkan kedalam bantalan utama, akan dapat dipakai untuk menggantung batang bor pada saat penambahan atau pengurangan bagian-bagian dari batang bor. Dapat menahan karena memiliki gigi-gigi yang tajam dan bentuk yang tirus *(dies)*. *Rotary slips* disisipkan kedalam bantalan utama sekeliling batang bor sehingga batang bor tergantung bebas didalam sumur bor.

Ada dua tipe dasar dari *master bushing* (bantalan utama), yaitu : tipe utuh *(solid)* dan tipe dua bagian atau tipe terbelah *(split)*.



Gambar 4.15. *Master Bushing*tipe *solid*



Gambar 4.16. *Master Bushing*tipe *split*

c. *Kelly bushing* ini adalah alat yang dipasang masuk ke dalam master bushing untuk menyalurkan gaya putar pada *kelly* dan batang bor sewaktu mengebor sumur bor (lubang). Lubang pada *kelly bushing* ini berbentuk sama dengan bentuk *kelly* yang dipakai persegi, segitiga atau segi enam. Ada dua tipe dasar dari bantalan-bantalan kelly :

- *Pin Drive* : Mempunyai empat pin yang dimasukkan kedalam bagian atas dari master bushing.
- *Square Drive* : Mempunyai penggerak tunggal berbentuk segi empat yang dimasukkan kedalam master bushing.



Gambar 4.17. *Pin Drive* (kiri) dan *Square Drive* (kanan)

d. *Rotary slip* adalah alat untuk menggantung rangkaian pengeboran pada *rotary table* disaat *Kelly* dilepas, untuk menambah drillpipe yang baru. *Rotary slip* juga digunakan untuk menggantung rangkaian pengeboran pada *rotary table* di saat mencabut rangkaian pengeboran dari lubang. *Rotary slip* memegang *tool joint drill pipe* saat digantung pada *rotary table*. *Dies* dari *rotary slip* menggigit *tool joint drill pipe*. Sebelum digunakan dies dari *rotary hose* harus dibersihkan dari pasir, dan diperiksa kondisinya.



Gambar 4.18. *Rotary Slip*

e. *Slip Bowl* adalah bantalan pengisi dari logam yang diletakkan didalam master bushing untuk mengatur atau menyesuaikan ukuran pipa dan slip yang dipakai yang berubah-ubah menurut keperluannya.



Gambar 4.19. *Slip Bowl*

f. *Safety clamp* digunakan saat menahan *drill collar*, dimana *drill collar* yang tidak punya *tool joint*. Untuk menahan /menggantungkan *drill collar*, *rotary slip* harus dibantu dengan *safety clamp* yang dipasang di atasnya.



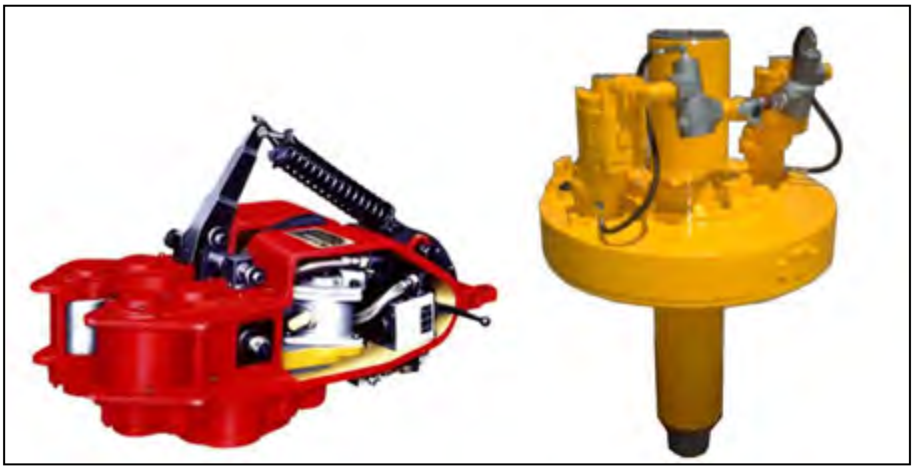
Gambar 4.20. *Safety Clamp*

g. *Rotary tong* adalah kunci-kunci besar yang digantung diatas lantai *rig* dekat meja putar, yang dipasang pada bagian-bagian dari batang bor, baik untuk menyambung maupun melepas sambungan. Kunci tersebut adalah *break out tong* atau *lead tong* dan *make up tong* atau *back up tong*.



Gambar 4.21. *Rotay Tong*

h. *Kelly spinner* di pasang pada bagian bawah dari *swivel stem*. Alat ini dipakai untuk menyambung *kelly* dengan pipa bor secara cepat di dalam *rat hole* (lubang tempat menyimpan dan memasang atau membongkar rangkaian pipa).



Gambar 4.22. *Kelly Spinner*

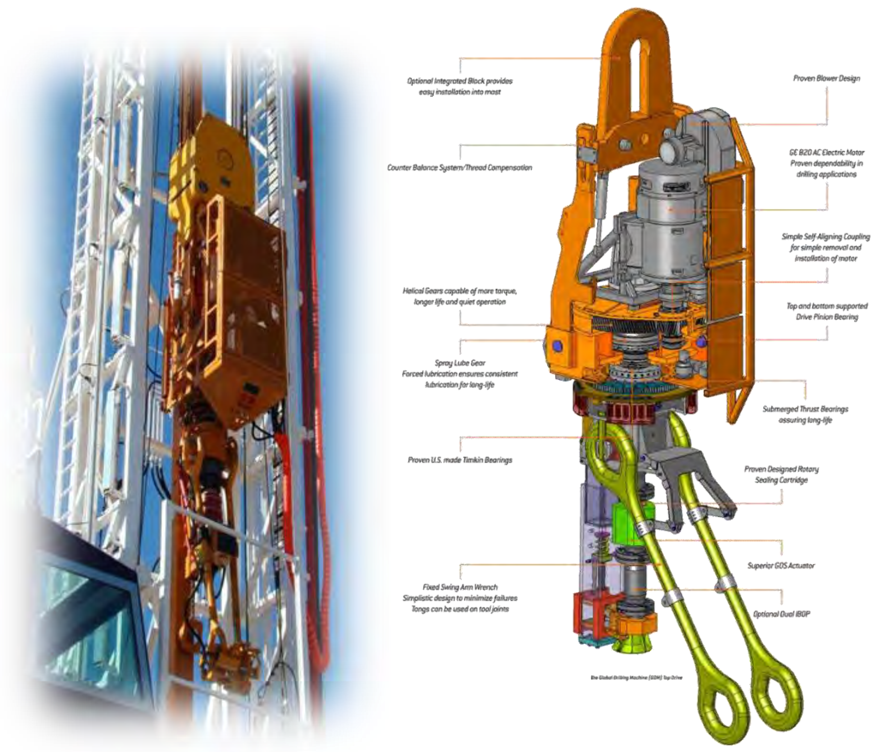
Top drive drilling system merupakan sistem pemboran dengan memutar *drill stem* mempergunakan pemutar yang dipasang langsung dibawah *swivel* dan pemutar tersebut bergerak naik turun mengikuti gerakan *traveling block*. Dengan sistem ini, *kelly bushing* dan *kelly* tidak diperlukan karena *drill stem* diputar langsung dengan *drilling motor assembly* yang digantung di *traveling block*. Kontruksi dari top drive ini terdiri dari :

a. standard rotary swivel

b. Drilling motor assembly

c. Guide dolly system assembly

d. Pipe handler assembly



Gambar 4.23. *Top Drive*

3. Rangkaianpengeboran *(drill stem)*merupakan serangkaian pipa yang saling tersambung mulai dari terhubung dengan *swivel* sampai dengan mata bor. Adapun fungsi dari rangkaianpengeboran *(drill stem)* antara lain :
   - Menurunkan dan menaikkan mata bor.
   - Memberikan beban pada mata bor untuk penembusan/pemecahan batuan.
   - Menyalurkan dan meneruskan gaya putar ke mata bor.
   - Menyalurkan lumpur bor (cairan pemboran) bertekanan tinggike mata bor.

   Peralatan-peralatan yang termasuk rangkaianpengeboran *(drill stem)*terdiri dari : *Kelly* (pipa segi), *Upper kelly cock* dan *lower kelly cock*, *Kelly saver sub* (sambungan penghemat pipa segi), *Drill pipe, Drill collar, Spesialized down hole tools*.

a. *Kelly*, merupakan rangkaian pipa bor yang berbentuk irisan segiempat, segitiga, dan segienam. *Kelly* ini dapat dimasukkan ke dalam *Kelly bushing*. Jika tidak dipergunakan, misal pada saat mencabut *string*, maka *Kelly* dapat dimasukkan dalam *rat-hole* di lantai bor.

   Kelly merupakan bagian tunggal yang paling panjang di antarabagian batang bor. Panjangnya total sekitar 40 ft, tapi ada juga yang 43, 46, dan 54 ft. *Kelly* harus lebih panjang dari setiap satu *single* pipa bor (yang kira – kira 30 ft panjangnya) karena pada waktu penambahan *joint* (Batangan) pipa bor, kita harus menaikan pipa ini sampai tingginya mencapai sebagian dari *Kelly*, di atas pemutar. Hal ini untuk menyediakan cukup tempat untuk mengebor ke bawah pipa yang baru tersebut.

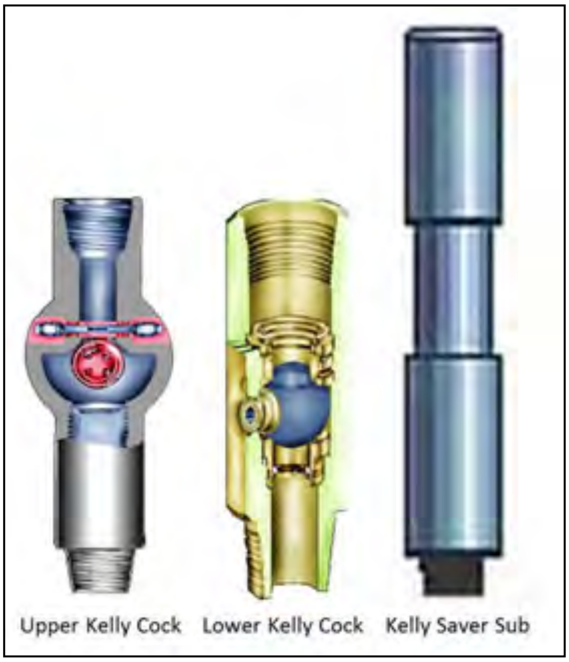


Gambar 4.24. *Kelly*

b. *Upper Kelly Cock* Merupakan suatu *valve* yang dipasang antara *swivel* dan *Kelly*. Fungsi utamanya (pada saat tertutup) adalah untuk menjaga agar tidak terjadi tekanan dari lubang bor yang bertekanan tinggi.
c. *Lower Kelly Cock*Adalah suatu keran yang terletak diantara *kelly* dan *kelly saver sub*, tugas utamanya untuk menutup lubang dalam pipa agar tidak ada semburan dari dalam pipa bila ada tekanan dari

sumur atau dapat pula untuk menahan lumpur dari *kelly* sewaktu melaksanakan penyambungan, sehingga terhindar lumpur tumpah tercecer.

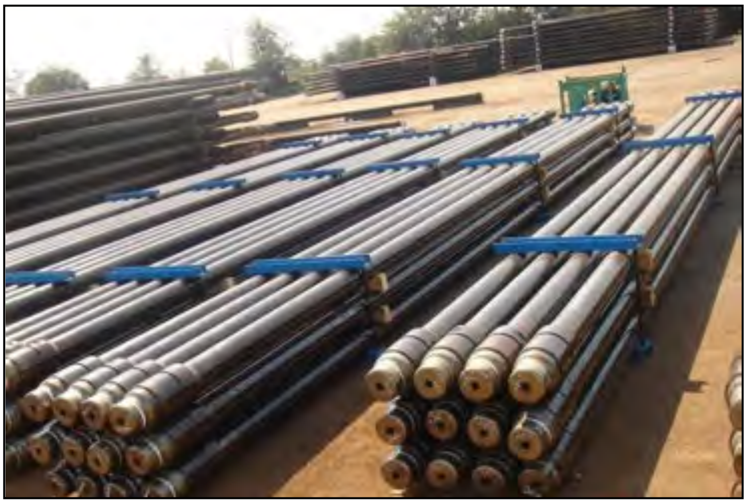
d. *Kelly saver sub* ditempatkan diantara *kelly* dan *drillstring*, Sub ini digunakan untuk memperpanjang umur *kelly* sehingga menghindari ulir bagian bawah cepat aus/rusak. *Saver sub* ini memberikan sambungan antara *pin end* dari *kelly* dengan *box end* pada *drillstring*, sub ini dikorbankan agar cepat rusak.



Gambar 4.25. Perlengkapan *Kelly*

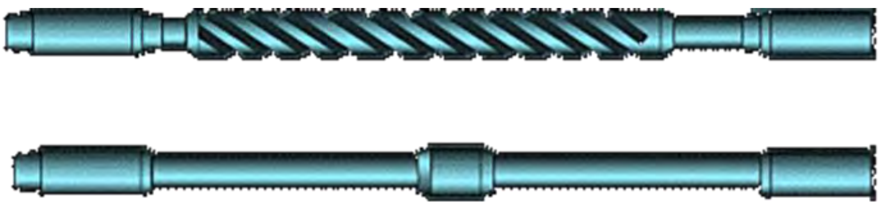
e. *Drillpipe*, merupakan bagian rangkaian pipa bor yang terpanjang untuk mencapai kedalaman lubang bor yang diinginkan. Fungsi utama *drill pipe* adalah untuk :
   - Menghubungkan *Kelly* dengan *drill collar* dan mata bor di dasar lubang bor.
   - Memberikan rangkaian panjang pipa bor, sehingga dapat menembus formasi yang lebih dalam.
   - Memungkinkan naik-turunnya mata bor.

- Meneruskan putaran dari meja putar ke meja bor.
- Meneruskan aliran lumpur bor dari *swivel* ke mata bor.



Gambar 4.26. *Drill Pipe*

f. *Heavy Weight Drill Pipe* dikembangkan sejak tahun 1960, adalah merupakan pipa yang menyerupai *drill pipe*, berdinding lebih tebal dan lebih berat. Fungsi HW DP adalah :
   - Sebagai rangkaian transisi antara *drill pipe* dan *drill collar*.
   - Sebagai pemberat yang fleksibel pada rangkaian pemboran berarah*(directional drilling)*
   - Sebagai rangkaian pemberat pada rig kecil untuk mengebor lubangyang relatif kecil diameternya.



Gambar 4.27. *Heavy Weight Drill Pipe*

g. *Drill Collar*, berbentuk seperti DP, tetapi diameter dalamnya lebih kecil dan diameter luarnya sama dengan diameter luar *"tool joint"* DP. Sehingga dinding DC lebih tebal dari pada DP. *Drill Collar* ditempatkan pada rangkaian pipa bor bagian bawah di atas mata bor. Fungsi utama dari *drill collar* :

- Sebagai pemberat (*Weight On Bit* = WOB), sehingga rangkaian pipa bor dalam keadaan tetap tegang pada saat pengeboran berlangsung, sehingga tidak terjadi pembelokan lubang.
- Membuat agar putaran rangkaian pipa bor stabil.
- Memperkuat bagian bawah dari rangkaian pipa bor agar mampu menahan puntiran.

.



Gambar 4.28. *Drill Collar*

Perbedaan antara *Drill pipe* dengan *Drill collar* : perbedaan pokoknya terletak pada ukuran, berat, dan *strength*. Pada gambar terlihat *drill collar* tidak mempunyai *tool joint*, karena *drill collar* dindingnya tebal sehingga ulir cukup dibuat pada dindingnya sendiri

h. *Bottom Hole Assembly* adalah peralatan pemboran yang termasuk perlengkapan khusus, yangdipakaipada kondisi operasipemboran tertentu

- *Bit Subs* adalahalat penyambung antara pahat bor dengan alat diatasnya,dapatlangsungdengan*Drill Collar,Near Bit Stabilizer, Down Hole Motor , Orienting Sub* dan lain sebagainya. Ukuran dan jenis *thread* disesuaikan dengan pahat disatusisi dan disesuaikan dengan peralatan diatasnya disisi lainnya. *Bit Subs* selalu dipakai dalam operasi pemboran Vertikal maupun berarah.
- *Pupjoints* adalah pipa yang pendek, dipergunakan pada susunanrangkaian pemboran vertikal dan berarah. Gunanya untuk memungkinkan penempatan *stabilizer* dan peralatan lain pada waktu akan menambah / mengurangi sudut kemiringan lubang bor.
- *Stabilizer* meupakan alat penyambung diantara *Drill Collar*namun tugasutamanya adalah : Membuat rangkaian bor lebih kaku, sehingga lubang lurus ; Mengurangi bahaya*Differential Pressure Sticking* ; Dengan pengaturan jarak penempatan di sekitar pahat bor dan *Drill Collar*maka sudut kemiringan lubang bor dapat dinaikkan atau diturunkan untuk mencapai target tujuan pemboran ; Menghindari lubang *keyseat* dan *dogleg*.
- *Down Hole Motor* adalah pemutar pahat bor yang berada sedekatmungkin dengan pahat bor, sehingga rangkaian pemboran tidak perlu berputar selama mengebor kecuali pahat bor. Bekerjanya alat ini karena ada aliran cairan pemboran; makin kuat aliran cairan pemboran akan menambah kecepatan berputarnya pahat bor.

- *Drilling jar* adalah suatu alat yang dapat dipasang pada rangkaianpemboran, berfungsi untuk memberikan pukulan keatas sewaktu terjadi jepitan pada rangkaian pemboran, dalam usaha untuk melepaskan jepitan tersebut. Pada umumnya drilling jar dipasang diantara *Drill Collar* dan *Drill pipe* karena pada umumnya bagian yang terjepit dari rangkaian pemboran ada *Drill Collar* dan *Drill pipe*, sehingga Jar tidak ikut terjepit dan dapat bekerja dengan tarikan *Drill pipe*. Ada dua macam *drilling jar*, yaitu mechanical dan *hydraulic drilling jar*.
- *Hole Opener* adalah suatu alat untuk memperbesar diameter lubangbor. Konstruksinya seperti *three cone rock bit* tetapi pada bagian tengah bawah terdapat ekor yang berdiameter lebih kecil dari diameter lubang lama dan menjadi *guidance* agar pembesaran lubang tidak menyimpang dari lubang lama.
- *Under Reamer* adalah suatu alat untuk memperbesar lubang bordibagian bawah, misalnya dibawah *shoe casing* atau pada formasi tertentu yang perlu diperbesar melebihi diameter lubang bor diatasnya.
- *Shock absorber* dipasang di atas *bit* karena *bit*mempunyai kecenderungan bergetar keatas atau kebawah didasar lubang ketika formasi berkecendurangan membentuk lubang berbelok-belok selama mengebor atau sewaktu mengembor dalam. *Vibrasi* ini akan merusak *surface equipment* dan akan meurunkan optimasi WOB serta *rotary speed*, bengkoknya *drill stem,* merusak *bit*.



Gambar 4.29. *Bottom Hole Assembly : (a) Bit Sub ; (b) Pup Joint ; (c) Stabilizer ; (d) Down Hole Motor ; (e) Under Reamer ; (f) Hole Opener ; (g) Drilling Jar ; (h) Shock Absorber*

4. *Bit (*Mata *bor),* merupakan ujung dari rangkaian pipa bor yang langsung menyentuh formasi, dengan fungsi untuk menghancurkan

dan menembus formasi, dengan cara memberi beban pada mata bor. Jenis-jenis mata bor :*Drag Bit, Roller-Cone (Rock Bit), Diamond Bit*



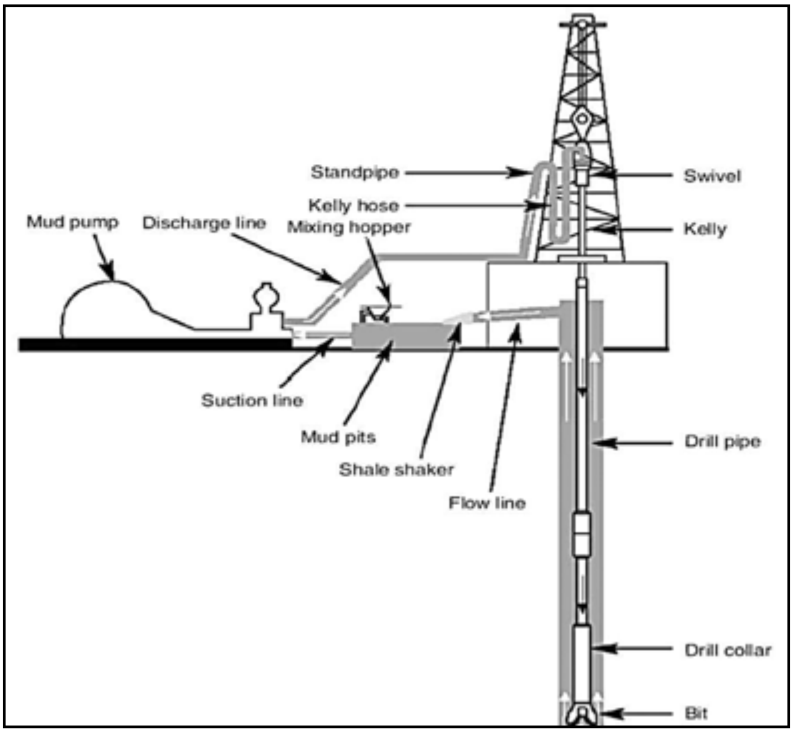
Gambar 4.30. *Drag Bit, Roller Cone Bit dan Diamond Bit*

4.3 Sistem Sirkulasi (Circulating System)

Sistem sirkulasi merupakan salah satu sistem yang memegangperanan penting di dalam operasi pengeboran putar *(rotary drilling)*.Tugas utamanya adalah membantu sistem pemutar didalam “mengebor sumur” dengan menyediakan perlengkapan-perlengkapan yang sesuai untuk mengatur bahan-bahan lumpur dan tempat-tempat kerja untuk mempersiapkan, merawat dan mengganti fluida pengeboran. Sistem sirkulasi tersusun oleh empat sub komponen utama, yaitu :

1. Lumpur pengeboran *(drilling fluid)*
2. Tempat persiapan *(preparation area)*
3. Peralatan sirkulasi *(circulating equipment)*
4. Tempat pengkondisian lumpur *(Conditioning area atau solid control equipment)*

Secara umum lumpur pengeboran dapat disirkulasikan dengan urutan sebagai berikut: lumpur dalam *steel mud pit* dihisap oleh pompa - pipa tekanan – *stand pipe* – *rotary hose* – *swivel head* – *kelly* – drill pipe – *drill collar* – *bi*t – *annulus drill collar* – *annulus drill pipe* – *mud line/flow line*, *shale shaker* – *steel mud pit* – dihisap pompa kembali dan seterusnya. Hal ini bisa dilihat pada Gambar 4.31.



Gambar 4.31. Sistem Sirkulasi

1. Lumpur pengeboran *(drilling fluid)* merupakan faktor yang penting dalam pengeboran. Lumpur pengeboran pada mulanya hanya berfungsi sebagai pembawa serbuk bor *(cutting)* dari dasar lubang bor ke permukaan. Lumpur pengeboran mempunyai fungsi penting dalam operasi pengeboran, antara lain :
   - -Mengangkat *cutting* ke permukaan.
   - -Mengontrol tekanan formasi.
   - -Mendinginkan dan melumasi *bit* dan *drill string*.
   - -Memberi dinding pada lubang bor dengan *mud cake*.
   - -Menahan *cutting* saat sirkulasi dihentikan.
   - -Mengurangi sebagian berat rangkaian pipa bor *(Bouyancy effect)*.
   - -Melepas *cutting* dan pasir dipermukaan.
   - -Mendapatkan informasi *(mud logging, sample log).*
   - -Sebagai media *logging*.

   Ada 2 (dua) hal penting dalam penentuan komposisi lumpur pengeboran, yaitu :

- Semakin ringan dan encer suatu lumpur pengeboran, semakin besar laju penembusan.
- Semakin berat dan kental suatu lumpur pengeboran, semakin mudah untuk mengontrol kondisi bawah permukaan, seperti masuknya fluida formasi bertekanan tinggi (dikenal sebagai *"kick"*). Bila keadaan ini tidak dapat diatasi akan menyebabkan terjadinya semburan liar *(blow out)*.

Jenis-jenis lumpur pengeboran yang biasa digunakan antara lain :

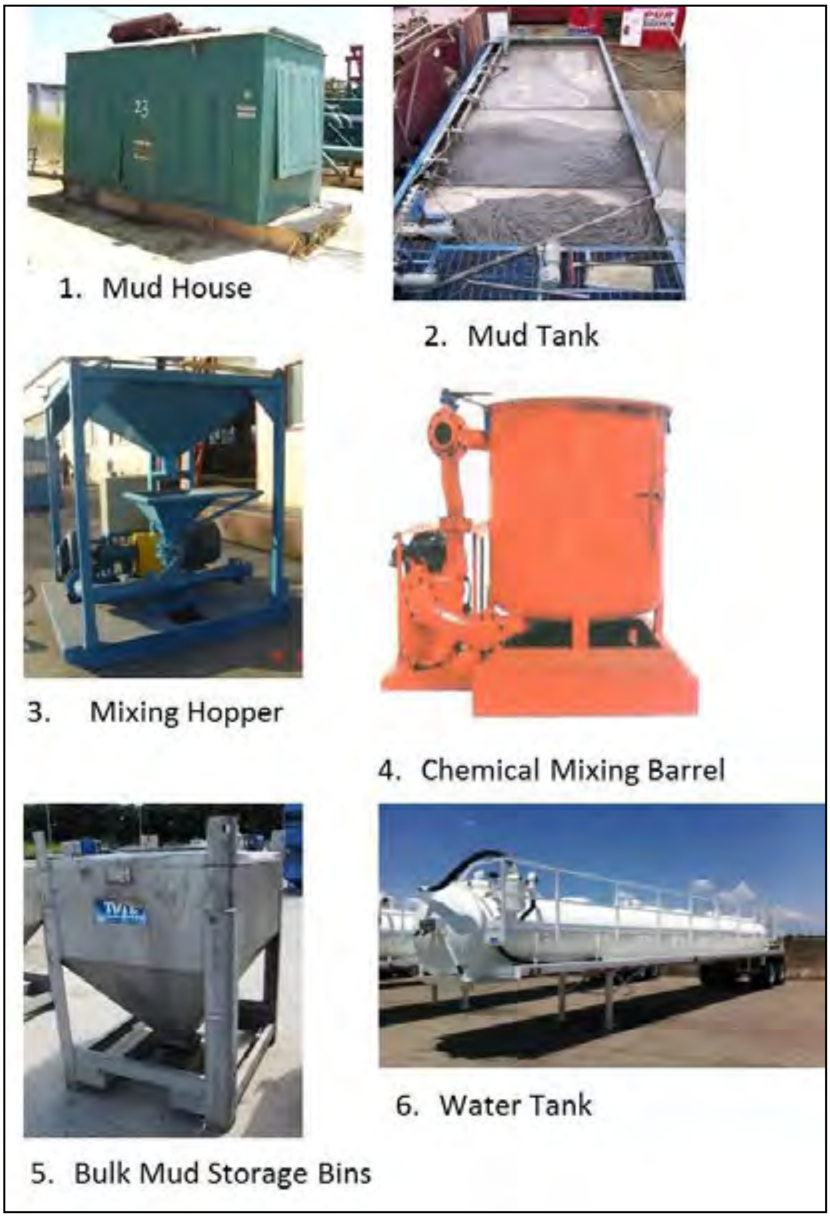
a. *Water based mud* : Lumpur pengeboran yang paling banyak digunakan adalah *water-base mud* (80%). Komposisi lumpur ini terdiri dari air tawar atau air asin, *clay* dan *chemical additives*. Komposisi ini ditentukan oleh kondisi lubang bor.
b. *Oil based mud* : Digunakan pada pengeboran dalam, *hotholes*, formasi *shale* dan sebagainya. Lumpur ini lebih mahal, tetapi mengurangi terjadinya korosi pada rangkaian pipa bor, dsb.
c. *Oil or Gas based mud* : Keuntungan dari lumpur jenis ini terutama adalah dapat menghasilkan laju pengeboran yang lebih besar. Karena digunakan kompressor, kebutuhan peralatan dan ruang lebih sedikit.



Gambar 4.32. Material Lumpur Pengeboran

2. Tempat persiapan*(Preparationarea)* ditempatkan pada tempat dimulainya sirkulasi lumpur, yaitu di dekat pompa lumpur. Tempat persiapan lumpur pengeboran terdiri dari peralatan–peralatan yang

diatur untuk memberikan fasilitas persiapan atau treatment lumpur bor. Tempat persiapan ini meliputi *mud house*, *steel mud pits/tanks*, *mixing hopper, chemical mixing barrel, water tanks dan reserve pit.*



Gambar 4.33. Peralatan Mempersiapkan Lumpur Pengeboran
(Preparation Equipment)

a. Rumah lumpur*(mud house)* adalah suatu gudang penyimpan bahan lumpur tertutup. Terletak di samping kolam lumpur dan di samping *mixing hopper*, di area tempat mempersiapkan lumpur.Di dalam

mud house ini terdapat tumpukan karung berisi bahan-bahan lumpur yang kering yang akan dipakai bila diperlukan didalam program perawatan cairan pengeboran untuk suatu formasi yang sedang dibor. Gudang ini biasanya diletakkan sama tingginya dengan bagian atas dari tangki lumpur, untuk mempermudah jalannya truk pengeboran dan agar bahan-bahan kimia tambahan tersimpan dalam keadaan kering, sehingga mempermudah untuk pencampuran bahan lumpur tersebut ke sistem pencampuran.

b. Tangki lumpur *(mud tank)* : Kotak-kotak baja berbentuk segi empat yang dipakai untuk menampung dan mengatur cairan pengeboran setelah keluar dari sumur bor. Pada umumnya semua kolam lumpur adalah serupa kecuali, yang dinamakan *"shaker pit"* atau "tangki pengendapan" *(settling tank)*. *Shaker pit* atau tangki pengendap atau settling tank adalah tangki besi yang terletak dibawah shale shaker dengan dinding – dinding yang miring 450 sehingga serbuk bor ukuran kecil yang belum terbuang akan mengendap.

c. *Mixing hopper* : Peralatan ini berbentuk corong yang dipakai untuk menambahkan bahan lumpur berbentuk tepung ke dalam cairan pengeboran padawaktu perawatan lumpur di tangki lumpur. Jenis yang banyak dipakai adalah *Hopper Jet*, yang bekerja berdasarkan prinsip tekanan ruang hampa.

d. *Chemical mixing barrel* : Sebuah tong yang berisi bahan-bahan kimia yang akan dicampurkan dengan lumpur pengeboran sebagi *treatment*. Hal ini dilakukan pada kondisi-kondisi tertentu.

e. *Bulk mud storage bins* : Merupakan bejana tempat menyimpan yang berbentuk corong yang terletak disamping kolam lumpur daerah tempat mempersiapkan lumpur.Tangki-tangki ini berisi bahan-bahan tambahan yang besar seperti *bentonite* dan bahan-bahan pemberat *(barite)*. Bejana tempat menyimpan bahan lumpur ini bekerja berdasarkan prinsip gravitasi.

f. Tangki air *(Water tank)* : Sebuah bejana yang berisi air yang digunakan sebagai bahan dasar lumpur pengeboran.Dan juga dipakai sebagai pemenuhan kebutuhan air selama operasi pengeboran berlangsung.

3. Peralatan sirkulasi *(circulating equipment)*merupakan komponen utama dalam sistem sirkulasi. Peralatan ini berfungsi mengalirkan lumpur dari *mud pit* ke rangkaian pipa bor dan naik ke annulus membawa serbuk bor ke permukaan menuju ke *solid control equipment,* sebelum kembali ke *mud pits* untuk disirkulasikan kembali. Peralatan ini terdiri dari *mud pit*, *mud pump*, *pump discharge and return line, stand pipe dan rotary hose*. Perlu diketahui bahwa konsumsi energi pompa dalam suatu operasi pengeboran sekitar 70% sampai 85% dari seluruh tenaga yang disediakan oleh *prime mover*.

   a. Pompa lumpur *(Mud pump)* adalah jantung dari circulating system. Fungsi utamanya adalah memindahkan volume lumpur pemboran yang besar dengan tekanan yang besar. Terdapat dua tipe mud pump: (1) *Duplex*, (2) *Triplex*.*Duplex* bekerja *double acting* dan *Triplex* bekerja dengan *single acting*.
   b. *Suction tank* merupakan tangki yang digunakan untuk menampung lumpur pengeboran yang akan dipakai pada operasi pengeboran.Terletak di depan pompa lumpur.
   c. *Suction line* merupakan pipa yang dipakai untuk menghubungkan antara *suction tank* ke pompa lumpur.Pipa ini harus dipasang selurus mungkin.
   d. *Discharge line* adalah pipa yang dipakai untuk menyalurkan lumpur pengeboran keluar dari pompa lumpur
   e. *Stand pipe*merupakan pipa baja yang ditegakkan dimenara secara vertikal disamping dari *derrick* atau *mast* untuk menghubungkan *discharge line* dengan *rotary hose* dan *gooseneck* menyambung pada *stand pipe*.



Gambar 4.34. Peralatan Sirkulasi

f. *Rotary hose*adalah suatu selang karet bertulang anyaman baja yang lemas dan sangat kuat, yang menghubungkan *stand pipe* dengan *swivel*. Selang ini harus *elastic* , untuk memungkinkan swivel bergerak bebas secara vertikal.Selang ini juga harus sangat kuat untuk tahan lama, karena pekerjaannya yang sangat berat dalam memindahkan fluida pengeboran yang kasar dan bertekanan tinggi itu (sampai 5.000 psi). Selang pemutar ini dapat diperoleh dengan ukuran panjang sampai kurang lebih 75 feet.

g. *Chiksen joint* merupakan sambungan yang digunakan untuk menghubungkan stand pipe dengan *rotary hose*. Alat ini mampu menahan tekanan sampai 5000 psi sehingga sambungan tidak akan terlepas.

h. *Return line* adalah pipa yang digunakan untuk menyaluran lumpur pengeboran yang keluar dari lubang Annulus. Pipa ini terhubung ke peralatan pengkondisi lumpur.

4. Tempat pengkondisian lumpur pengeboran *(Conditioning area /Solid control equipment)* ditempatkan di dekat rig. Area ini terdiri dari peralatan-peralatan khusus yang digunakan untuk *"clean up"* lumpur bor setelah keluar dari lubang bor. Fungsi utama dari peralatan ini adalah untuk membersihkan lumpur dari *cutting* dan gas yang terikut. Ada dua cara untuk memisahkan *cutting* dan gas, yaitu :

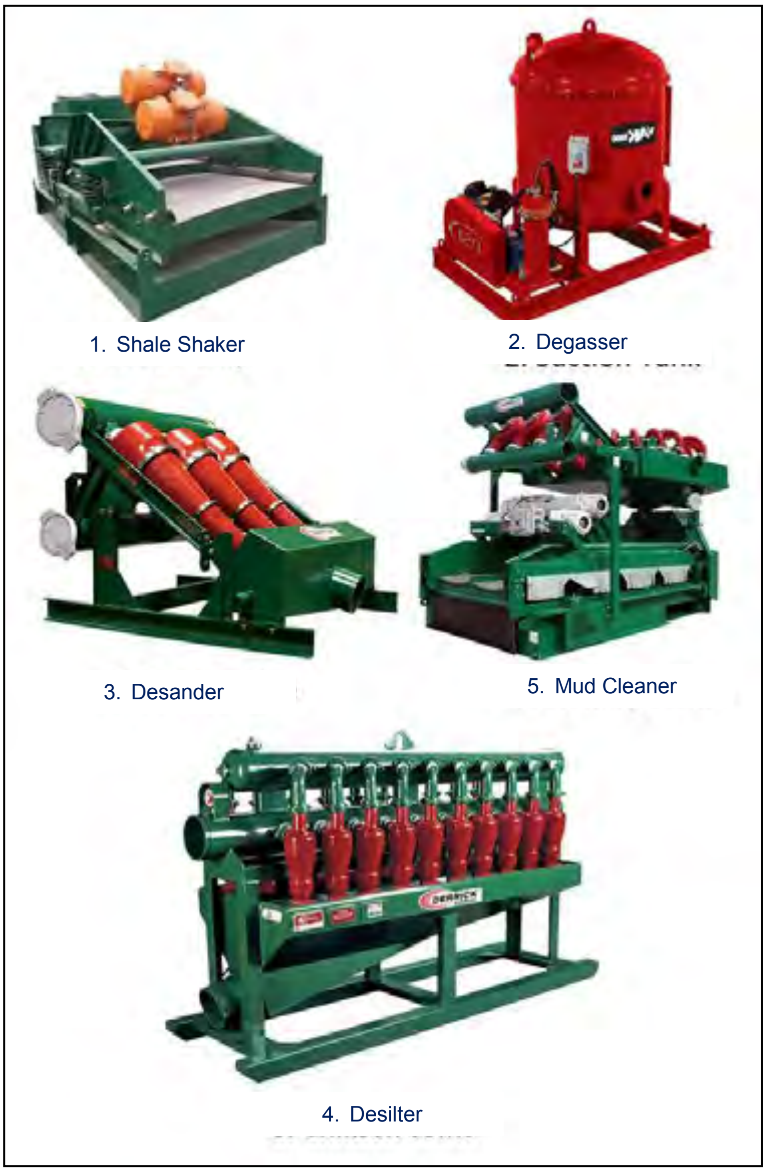
   -Menggunakan metode gravitasi, dimana lumpur yang telah terpakai dialirkan melalui *shale shaker* dan *settling tanks*.

   -Secara mekanik, dimana peralatan–peralatan khusus yang dipasang pada mud pits dapat memisahkan *cutting* dengan gas.

   Peralatan pada *conditioning area* terdiri dari *settling tanks, reserve pits, mud gas separator, shale shaker, degasser, desander dan desilter.*

   a. *Shale shaker* merupakan peralatan yang memiliki ayakan mekanis dan bekerja dengan cara digetarkan, yang bertugas menyaring padatan *(cutting)* dari lumpur pengeboran yang keluar dari dalam lubang pengeboran. Alat ini memisahkan dan membuang serbuk bor yang berukuran lebih besar dari lubang saringan dan serbuk.

   b. *Degasser*mempunyai tugas utama adalah untuk mengeluarkan gas-gas dari dalam cairan lumpur pengeboran secara terus menerus.Pembuang gas ini biasanya ditempatkan di atas tanki lumpur. Alat ini harus dinyalakan pada saat pengeboran berada pada zona yang banyak mengandung gas dan juga pada terjadinya *kick*.



Gambar 4.35. Peralatan Pengkondisi Lumpur Pengeboran

c. *Desander*merupakan alat yang digunakan untuk memisahkan partikel padatan lebih besar dari 30 – 60 *micron* yang ikut tersirkulasi bersama lumpur pengeboran. Atau ukuran pasir.
d. *Desilter*merupakan alat yang digunakan untuk memisahkan partikel padatan lebih besar dari 15 – 30 *micron*yang ikut tersirkulasi bersama lumpur pengeboran. Saat penambahan *barite* harus

dimatikan agar barite yang sedang digunakan tidak ikut terpisahkan.

e. *Mud Cleaners*merupakan alat yang digunakan untuk memisahkan padatan lebih besar dari 74 *micron*yang ikut tersirkulasi bersama lumpur pengeboran pada *Weighted mud system*.

4.4 Sistem Tenaga*(Power System)*

Sistem tenaga dalam operasi pengeboran terdiri dari *power suplayequipment*, yang dihasilkan oleh mesin-mesin besar yang biasa dikenal dengan nama *"prime mover"* dan *distribution equipment* yang berfungsi untuk meneruskan tenaga yang diperlukan untuk mendukung jalannya kegiatan pengeboran.

Tenaga yang dihasilkan *prime mover* besarnya berkisar antara 500-5000 Hp. Pada umumnya suatu operasi pengeboran memerlukan dua atau tiga buah mesin. Sedangkan untuk pengeboran yang lebih dalam memerlukan tenaga yang lebih besar, sehingga prime mover yang diperlukan dapat mencapai empat unit.

Prime mover sebagai sistem daya penggerak harus mampu mendukung keperluan fungsi angkat, putar, pemompaan, penerangan, dan lain-lain. Dengan demikian perencanaan dan pemilihan tipe dan jenis *prime mover* yang dipergunakan harus memperhatikan hal tersebut.



Gambar 4.36. *Prime Mover*

4.5 Sistem Pencegah Semburan Liar*(Blow Out Preventer System)*

Lumpur pengeboran merupakan pencegah semburan liar (blow out)yang utama atau primer, sedangkan blowout preventer (BOP) system merupakan pencegah blowout sekunder. Apabila kick sudah terjadi, segera penutupan sumur sesuai prosedur kemudian dilakukan sirkulasi untuk mematikannya.

Blowout merupakan hambatan dalam operasi pengeboran yang paling banyak menimbulkan kerugian. Semburan liar (Blow Out) ini adalah peristiwa mengalirnya fluida formasi dari dalam sumur secara tidak terkendali. Kejadian ini didahului dengan masuknya fluida formasi ke dalam lubang bor, peristiwa masuknya fluida formasi kedalam lubang secara terkendali disebut well kick. Bila well kick tidak dapat diatasi maka dapat terjadi semburan liar. Penyebab terjadinya well kick adalah karena tekanan didalam lubang bor (hydrostatic pressure) lebih kecil dari tekanan formasi, yang disebabkan oleh:

a. Lubang Bor Tidak Tidak Penuh
b. Swabbing Sewaktu Trip
c. Lumpur Yang Kurang Berat

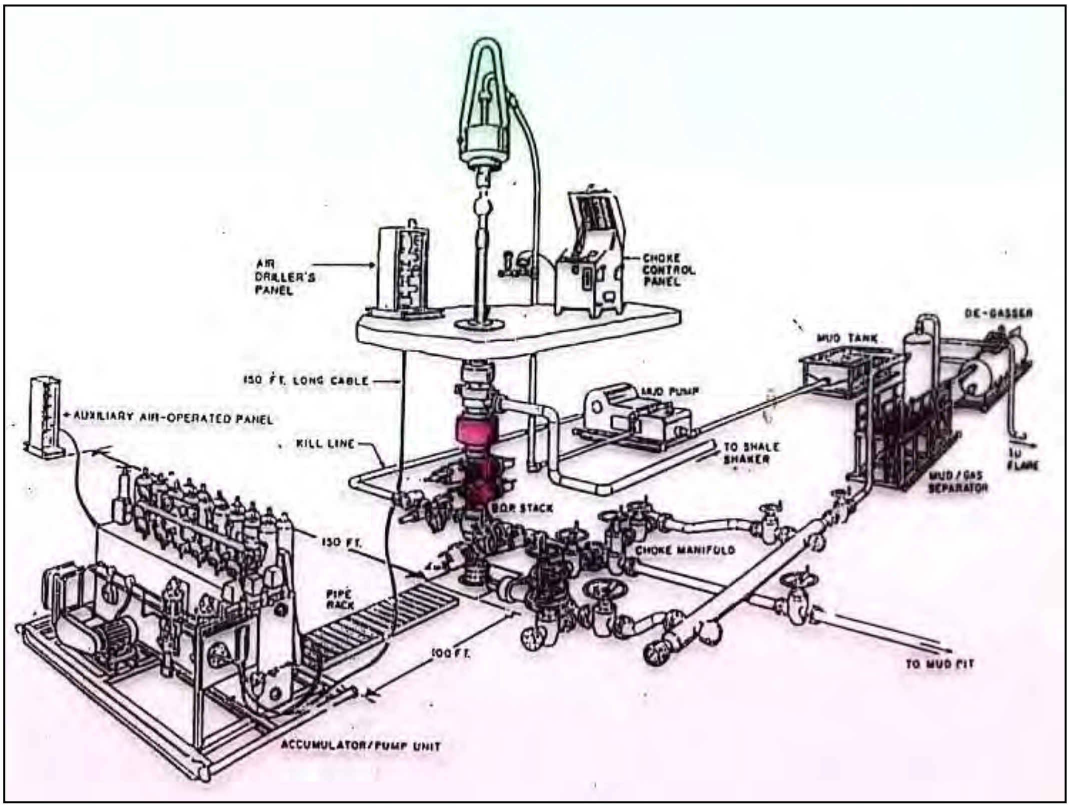
d. Loss Circulation

Setiap kick pasti didahului oleh tanda-tanda atau gejala-gejala di permukaan. Maka pekerja bor sangat perlu untuk mengetahui tanda-tanda ini. Karena kunci utama dari keberhasilan pencegahan semburan liar ini adalah apabila para pekerja bor bisa mengetahui tanda-tanda kick secara dini. Adapun tanda-tanda kick adalah :

a. Drilling Break.
b. Bertambahnya Kecepatan Aliran Lumpur.
c. Volume Lumpur Di dalam Tangki Bertambah.
d. Berat Jenis Lumpur Turun.
e. Stroke Pemompaan Lumpur Bertambah.
f. Tekanan Sirkulasi Lumpur Turun.
g. Adanya Gas Cut Mud.

Untuk keperluan penutupan sumur diperlukan suatu perlengkapan khusus yang disebut peralatan pencegah semburan liar (blowout preventer equipments). Peralatan ini harus memiliki dan memenuhi persyaratanserta dapat melakukan beberapa tugas penting sebagai berikut :

1. Dapat melakukan penutupan lubang sumur dalam keadaan lubang kosong, atau ada pipa didalamnya dan dapat untuk melakukan stripping
2. Dapat menahan tekanan sumur tertinggi yang akan timbul
3. Dapat dipergunakan untuk mengendalikan tekanan saat sirkulasi mematikan kick.
4. Dapat untuk menggantung drill pipe (hangging off), memotong driil pipe pada keadaan darurat, dan dapat dengan mudah melepas riser dari subsea BOP stack.
5. Memiliki sistem peralatan cadangan (redundancy) apabila salah satu rusak, khusus untuk pengeboran lepas pantai dengan subsea BOP stack.



Gambar 4.37. *BOP System*



Gambar 4.38. *BOP Stack*

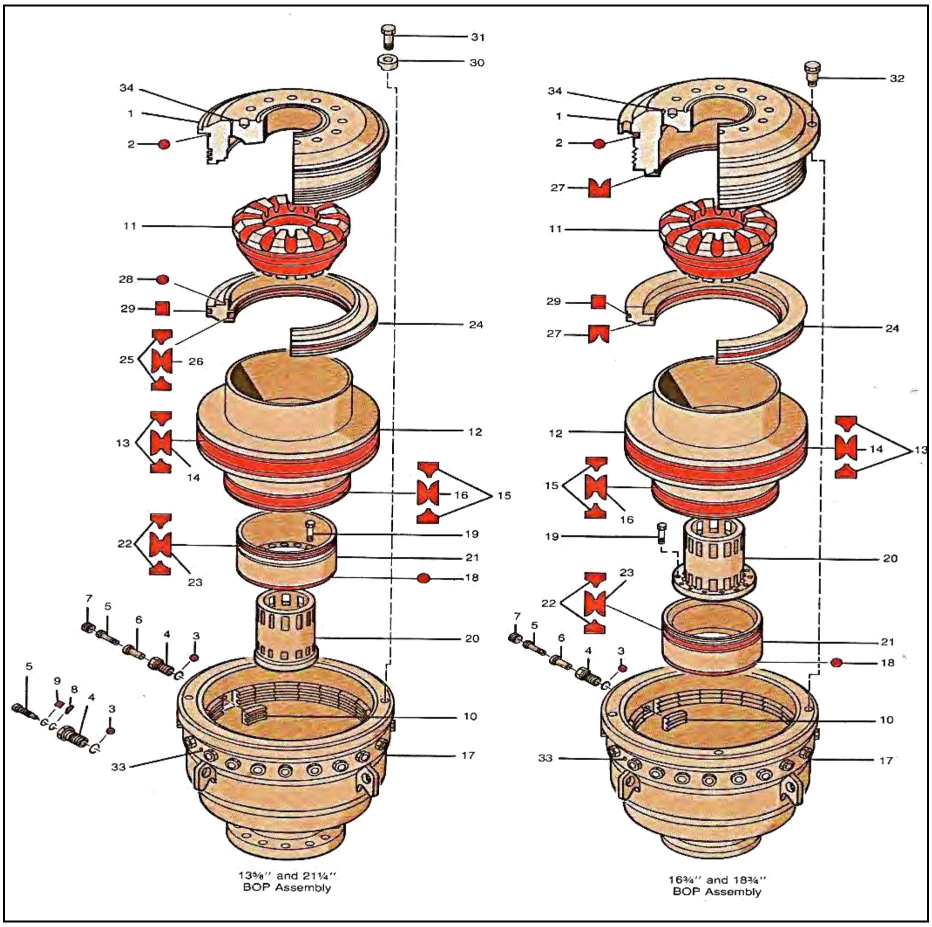
Peralatan pencegah semburan liar ditempatkan pada kepala casing atau kepala sumur langsung dibawah rotary table pada lantai bor. BOP stack meliputi :

a. *Annular preventer*, ditempatkan paling atas dari susunan *BOP Stack*. *Annular preventer* berisi *rubber packing* elemen yang dapat menutup lubang *annulus* baik lubang dalam keadaan kosong ataupun ada rangkaian pipa bor.*Annular type bop*dapat dipakai untuk menutup sekitar pipa (*kelly, drill pipe, drill collar, tubing*). Pada keadaan darurat dapat untuk menutup *wire line* atau lubang kosong

   Pabrik BOP / PSL tipe *annular* yang populer digunakan yaitu : *Hydrill, Shaffer, Cameron, Regan*, dll.



Gambar 4.39. *Annular Preventer*

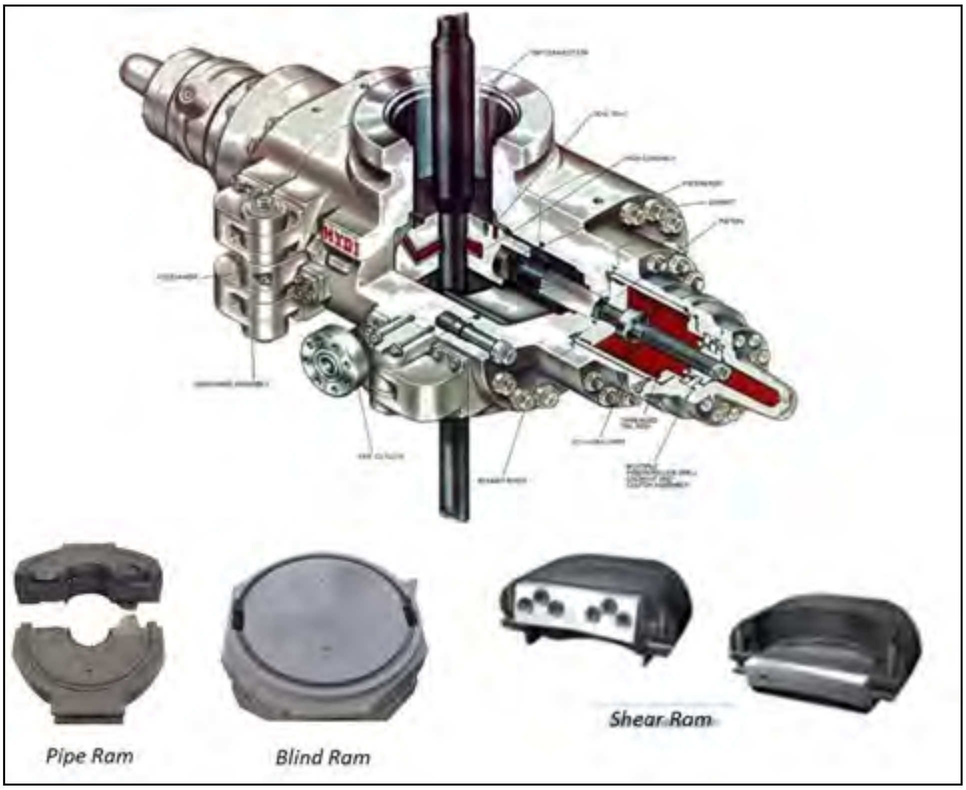


Gambar 4.40. Bagian-Bagian dari*Annular Preventer*

b. *Ram Preventer*, dapat menutup lubang annulus untuk ukuran pipa tertentu, atau pada keadaan tidak ada pipa bor dalam lubang. Pipe ram digunakan untuk menutup lubang bor pada waktu rangkaian pipa bor berada pada lubang. *Ram preventer* terdiri dari *Pipe ram, Blind ram, Shear ram*

c. *Drilling Spools*, terletak diantara *preventers*. *Drilling spools* berfungsi sebagai tempat pemasangan *choke line* (yang mensirkulasikan *"kick"* keluar dari lubang bor) dan *kill line* (yang memompakan lumpur berat).

d. *Casing head (well head), m*erupakan alat tambahan pada bagian atas casing yang berfungsi sebagai pondasi*BOP Stack*.

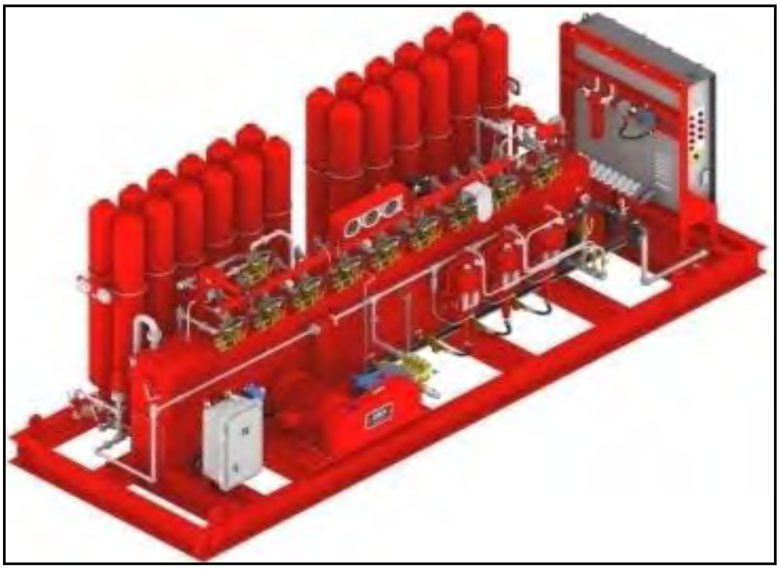


Gambar 4.41. *Pipe Ram Preventer*



Gambar 4.42. *Drilling Spool*

e. *Accumulator unit*ditempatkan sekitar seratus meter dari *rig*. *Accumulator unit* bekerja pada *BOP Stack* dengan *"high pressure Hydraulis"* (saluran hidrolik bertekanan tinggi).Pada saat terjadi *"kick",Crew* dapat menutup *blowout preventer* dengan menghidupkan kontrol pada *accumulator* atau pada *remote panel* yang terletak pada lantai bor.



Gambar 4.43. *Accumulator Unit*

SupportingSystem

a. Choke *Manifold,* merupakan suatu kumpulan fitting dengan beberapa outlet yang dikendalikan secara manual atau otomatis. Bekerja pada BOP Stack dengan "high pressure line" disebut "choke line".
b. *Kill Line*, bekerja pada BOP Stack biasanya berlawanan langsung dengan choke manifold dan choke line.



Gambar 4.44. *Choke Manifold*

4.6 Rangkuman

1. Peralatan pengeboran dapat dibagi menjadi lima sistem peralatan utama, yaitu, sistem angkat, sistem putar, sistem sirkulasi, sistem tenaga dan sistem pencegah sembur liar.
2. Sistem angkat memberikan ruang kerja yang cukup untuk pengangkatan dan penurunan rangkaian pipa bor dan peralatan lainnya. Sistem angkat terdiri dari : supporting structure (rig dan substructure) dan hoisting equipment (Drawwork, overhead tools dan drilling line)
3. Sistem putar berfungsi untuk memutar rangkaian pipa bor dan juga memberikan beratan di atas pahat untuk mengebor formasi. Sistem putar terdiri dari : rotary table, master bushing, Kelly bushing, Kelly, swivel, drill pipe , drill collar dan bit.
4. Sistem sirkulasi merupakan sistem yang mengedarkan lumpur pemboran untuk keperluan penanganan problem, pencegahan dan perawatan peralatan. Sistem sirkulasi terdiri dari : drilling fluid, preparation area, circulating equipment dan solid control equipment.

5. Sistem tenaga sering disebut dengan ”prime mover” yang berguna untuk meneruskan tenaga yang diperlukan untuk mendukung jalannya kegiatan pengeboran.
6. Sistem pencegahan semburan liar berguna untuk mencegah terjadinya blowout apabila terjadi kick yang tidak terkendali. Sistem pencegahan semburan liar terdiri dari : BOP stsck, Accumulator unit, choke manifold dan kill line.

4.7 Latihan

1. Sebutkan peralatan-peralatan pada sistem angkat !
2. Sebutkan komponen-komponen utama dalam sistem putar!
3. Sebutkan rangkaian pada sistem putar secara lengkap!
4. Jelaskan mengenai fungsi drill collar sebagai pemberat!
5. Sebutkan fungsi dari bit (mata bor)!
6. Apakah fungsi dari sistem tenaga?
7. Sebutkan komponen-komponen utama dalam sistem sirkulasi !
8. Jelaskan dengan gambar tentang sistem sirkulasi!
9. Jelaskan mengenai terjadinya blow out!
10. Sebutkan peralatan-peralatan dalam sistem pencegahan semburan liar!

BAB V
CASING DAN CEMENTING

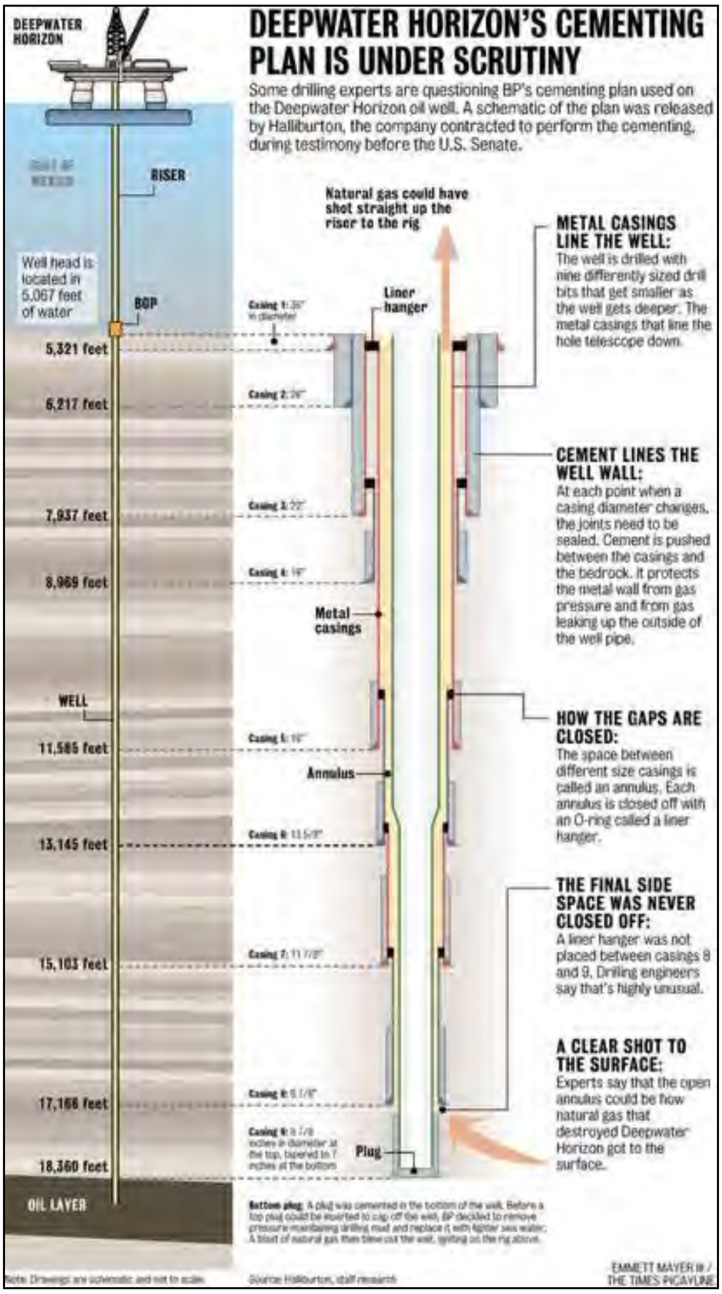
Indikator keberhasilan: Setelah mengikuti pembelajaran ini siswa diharapkan dapat menjelaskan kegiatan pemasangan casing dan penyemenannya.

Dalam operasi pengeboran minyak atau gas, dalam pembuatan konstruksi sumurnya dilakukan bertahap sesuai dengan trayek yang telah dibuat. Trayek-trayek ini dibuat berdasarkan kondisi-kondisi formasi yang akan dilalui oleh operasi pengeboran tersebut. Setelah operasi pengeboran telah mencapai target kedalaman tertentu sesuai trayek yang telah dibuat, maka tahap selanjutnya adalah melakukan pemasangan *casing* dan menyemennya. Hal ini dilakukan agar dinding lubang sumur menjadi lebih kuat dan tidak gugur, dan juga untuk melindungi lubang sumur dari masalah-masalah yang ada.

5.1 Casing

Casing adalah suatu pipa baja yang dirancang khusus untuk digunakan pada sumur minyak dan gas maupun panas bumi.*Casing* perlu diukur dengan teliti sesuai dengan spesifikasinya agar saat digunakan dapat melakukan fungsinya dengan baik didalam sumur. Pada umumnya jeni-jenis casing yang dipakai antara lain :

1. *Conductor casing*
2. *Surface casing*
3. *Intermideate casing*
4. *Production casing*
5. *Liner casing*



Gambar 5.1. Contoh Konstruksi Sumur Pengeboran

1. *Conductor Casing*

   Merupakan *casing* yang pertama kali dipasang. Berukuran16 “ - 30” Ditumbuk atau di pasang sampai kedalaman 40 – 1500 ft. Disemen sampai permukaan dengan semen *API Class*A,C,G atau H dengan

accelerator. Cara pemasangannya disesuaikan dengan kondisi formasinya, jika formasinya cukup kompak maka bisa dilakukan bisa dengan mengebornya namun jika lemah maka bisa dilakukan dengan menumbuknya.

a. Mencegah pondasi *rig* runtuh
b. Recycling returns (Diverter system)
c. Vertical pilot
d. Structural Support (Conductor casing, Wellhead, BOP Equipment)



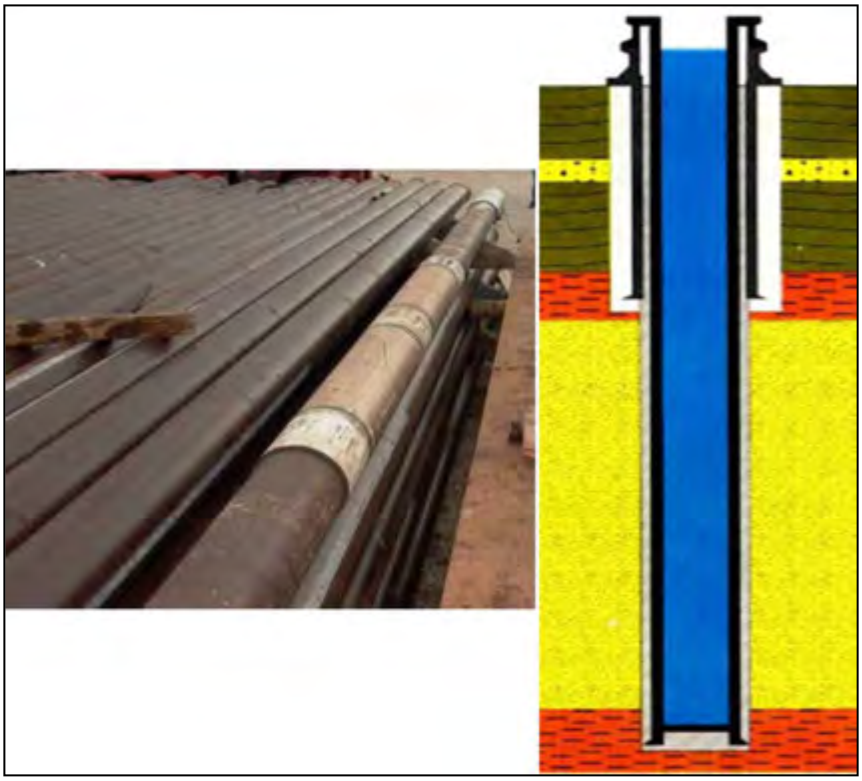
Gambar 5.2. *Conductor Casing*

2. *Surface Casing*

Casing ini dipasang setelah *conductor casing*. Ukuran pipanya : 7” – 20” dapat dipasang hingga kedalaman 4500 ft. Disemen sampai ke permukaan atau sampai ke *shoe*dan dilakukan tes Tekanan *casing*danTekanan *shoe*. *Casing* ini memiliki beberapa fungsi, antara lain :

a. Memperpanjang integritas hidrolika
b. Melindungi : lapisan *fresh water*, tinggi/rendah tekanan lubang sumur, erosi hidrolika.

c. Mengatasi masalah pengeboran (*Lost circulation*, formasi tidak stabil)
d. Dimungkinkan untuk shut in.



Gambar 5.3. *Surface Casing*

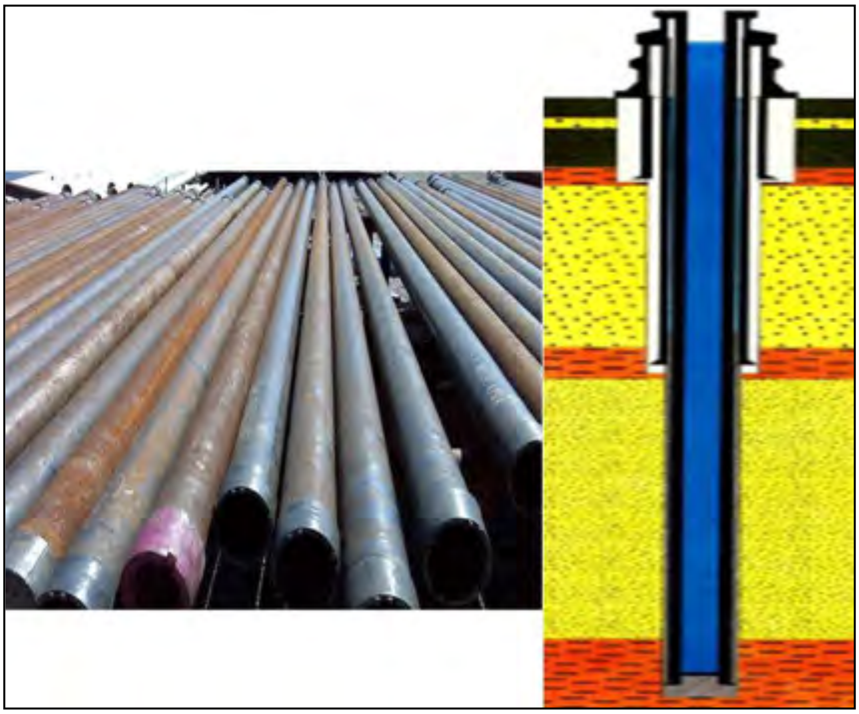
3. *Intermediate Casing*

Casing ini dipasang setelah *surface casing*dengan Ukuran pipa : 5” – 13-3/8”. *Casing*ini disemen sampai kedalaman tertentu dengan menggunakan semen API Class A, C, G, atau H. dengan *bentonite* dan khusus yang bawah memakai *high strength* semen. *Casing*ini memilki kegunaan :

a. Memberi kemampuan mengontrol sumur.
b. Melindungi dari tinggi/rendah tekanan lubang sumur, fluida sumur yang tidak diinginkan.
c. Mengisolasi zona produksi

d. Mengatasi masalah pengeboran *(Lost circulation*, formasi tidak stabil, *differential sticking*)

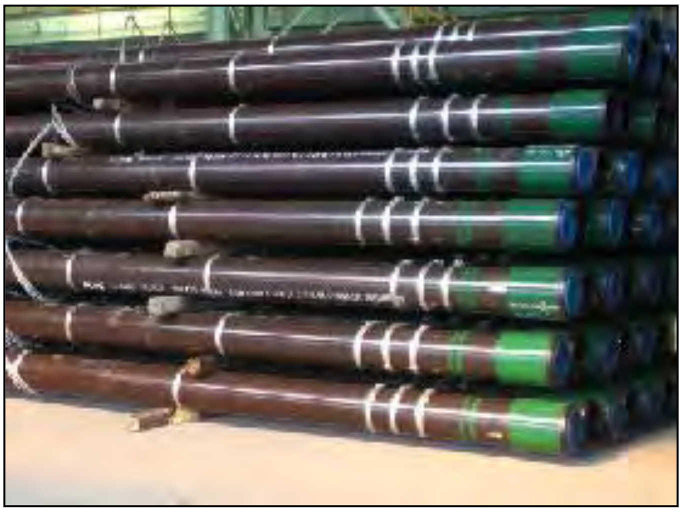
e. Dimungkinkan untuk *shut in*.



Gambar 5.4. *Intermediate Casing*

4. *Production Casing*

   Casing ini memiliki ukuran 2 3/8” sampai 9 5/8” dipasang sampai zone produksi, Didesain untuk mengisolazi tekanan formasi. Di semen menutup zone produkasi sampai minimal 100 ft diatas top lapisan prod. Dan semen terbawah dipakai *high strength* semen.

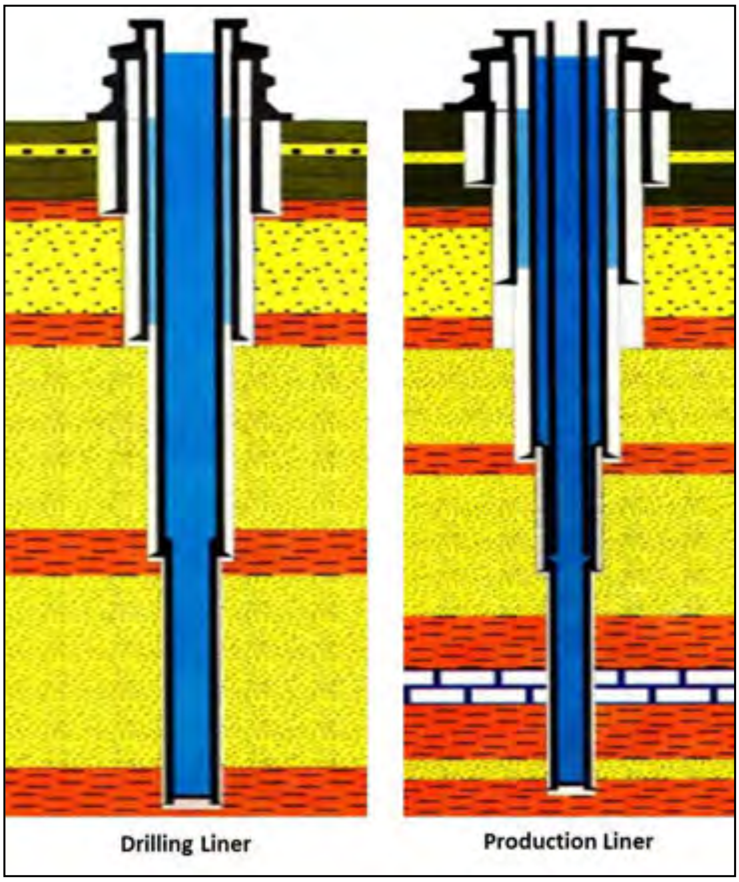


Gambar 5.5. *Production Casing*

5. *Liner*

   Liner dibedakan menjadi dua tipe, yaitu : *drilling liner* dan *production liner*.

   a. *Drilling liner* memiliki ukuran pipa : 5” – 11-3/4” dan biasanya disemen sampai *Liner hanger*. Memiliki fungsi antara lain :
      - Memberi kemampuan mengontrol sumur.
      - Melindungi dari tinggi/rendah tekanan lubang sumur, fluida sumur yang tidak diinginkan.
      - Mengisolasi zona produksi
      - Mengatasi masalah pengeboran (*Lost circulation*, formasi tidak stabil, *differential sticking*)
      - Dimungkinkan untuk shut in.



Gambar 5.6. *Liner*

b. *Production liner* memiliki ukuran pipa : 5" – 9-5/8" dan disemen sampai kedalaman tertentu. Memiliki fungsi antara lain :
   - Memberi kemampuan mengontrol sumur.
   - Memberi kestabilan lubang bor (*well testing*, operasi produksi, melindungi *intermediate casing*)
   - Mengisolasi zona produksi (pemilihan *testing*, *Dual completion*)

5.2 Sistem Penyemenan

Pada umumnya operasi penyemenan bertujuan untuk melekatkan *casing* pada dinding lubang sumur, melindungi *casing* dari masalah-masalah mekanis sewaktu operasi pemboran (seperti getaran), melindungi *casing* dari fluida formasi yang bersifat korosi dan untuk memisahkan zona yang satu terhadap zona yang lain di belakang *casing*. Menurut alasan dan tujuannya, penyemenan dapat dibagi dua, yaitu *Primary Cementing* (Penyemenan Utama) dan *Secondary* atau *Remedial Cementing* (Penyemenan Kedua atau Penyemenan Perbaikan).

Primary Cementing adalah penyemenan pertama kali yang dilakukan setelah *casing* diturunkan ke dalam sumur. Sedangkan *secondary cementing* adalah penyemenan ulang untuk menyempurnakan *primary cementing* atau memperbaiki penyemenan yang rusak.

1. *Primary Cementing*

   Pada *primary cementing*, penyemenan *casing* pada dinding lubang sumur dipengaruhi oleh jenis *casing* yang akan disemen. Penyemenan *conductor casing* bertujuan untuk mencegah terjadinya kontaminasi fluida pemboran (lumpur pemboran) dengan formasi.

   Penyemenan *surface casing* bertujuan untuk melindungi air tanah agar tidak tercemar dari fluida pemboran, memperkuat kedudukan *surface casing* sebagai tempat dipasangnya alat BOP *(Blow Out Preventer)*.

Untuk menahan beban *casing* yang terdapat di bawahnya dan untuk mencegah terjadinya aliran fluida pemboran atau fluida formasi yang akan melalui *surface casing*. Penyemenan *intermediate casing* bertujuan untuk menutup tekanan formasi *abnormal* atau untuk mengisolasi daerah *lost circulation*.

Penyemenan *production casing* bertujuan untuk mencegah terjadinya aliran antar formasi ataupun aliran fluida formasi yang tidak diinginkan yang akan memasuki sumur. Selain itu untuk mengisolasi zona produktif yang akan diproduksikan fluida formasi *(perforated completion)* dan juga untuk mencegah terjadinya korosi pada *casing* yang disebabkan oleh material-material korosif.

2. *Secondary Cementing atau Remedial Cementing*

   Setelah operasi khusus semen dilakukan seperti *Cement Bond Logging (CBL)dan Variable Density Logging (VDL),* kemudian didapati kurang sempurnanya atau ada kerusakan pada *primary cementing,* maka dilakukanlah *secondary cementing* dan dilakukan juga apabila pengeboran gagal mendapatkan minyak dan menutup kembali zona produksi yang diperforasi. *Secondary cementing* antara lain adalah *squeeze cementing* dan *re-cementing*.

   Operasi squeeze dilakukan selama operasi pemboran berlangsung, kompresi maupun pada saat *workover*. *Squeeze Cementing* bertujuan untuk:

   - Mengurangi *water-oil ratio*, *water gas ratio* atau *gas-oil ratio*.
   - Menutup formasi yang sudah tidak lagi produktif.
   - Menutup zona *lost circulation*.
   - Memperbaiki kebocoran yang terjadi di *casing*.

   Re-cementing dilakukan untuk menyempurnakan *primary cementing* yang gagal dan untuk memperluas perlindungan *casing* di atas top semen.

3. Kasifikasi Semen

API telah melakukan pengklasifikasian semen kedalam berapa kelas guna mempermudah pemilihan dan penggolongan semen yang akan digunakan. Pengklasifikasian ini didasari atas kondisi sumur dan sifat semen yang disesuaikan dengan kondisi sumur tersebut. Kondisi sumur tersebut meliputi kedalaman sumur, temperatur, tekanan dan kandungan yang terdapat pada fluida formasi Klasifikasi semen yang dilakukan API terdiri dari:

a. Kelas A

   Semen kelas A ini digunakan dari kedalaman O (permukaan) sampi 6.000 ft. semen ini terdapat tipe biasa *(ordinary type)* saja dan mirip dengan semen ASTM C-150 tipe I.

b. Kelas B

   Semen kelas B digunakan dari kedalaman O sampai 6.000 ft dan tersedia dalam jenis yang tahan terhadap kandungan sulfat menengah dan tinggi *(moderate dan high sulfate resistant)*.

c. Kelas C

   Semen kelas C digunakan dari kedalaman O sampai 6.000 ft, dan mempunyai sifat *high-early strength* (proses pengerasannya cepat). Semen ini tersedia dalam jenis moderate dan high sulfate resistant.

d. Kelas D

   Semen kelas D digunakan untuk kedalaman dari 6.000 ft sampai 12.000 ft dan untuk kondisi sumur yang mempunyai tekanan dari tempatur tinggi. Semen ini tersedia juga dalam jenis *moderate* dan *high sulfate resistant*.

e. Kelas E

   Semen kelas E digunakan untuk kedalaman dari 6.000 ft sampai 14.000 ft dan untuk kondisi sumur yang mempunyai tekanan dan temperatur tinggi. semen ini tersedia juga dalam jenis *moderate* dan *high sulfate resistent*.

f. Kelas F

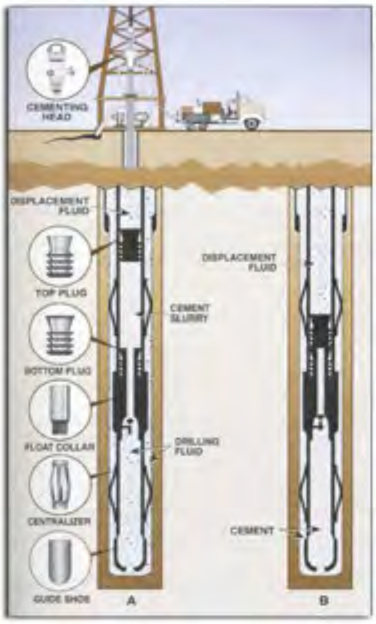
Semen kelas F digunakan dari kedalaman 10.000 ft sampai 16.000 ft, dan untuk kondisi sumur yang mempunyai tekanan dan temperatur sangat tinggi. semen ini tersedia dalam jenis *high sulfate resistant.*

g. Kelas G

Semen kelas G digunakan dari kedalaman O sampai 8.000 ft, dan merupakan semen dasar. Bila ditambahkan retarder semen ini dapat dipakai untuk sumur yang dalam dan range temperatur yang cukup besar. Semen ini tersedia dalam jenis moderate dan *high sulfat resistant*.

h. Kelas H

Semen kelas H digunakan dari kedalaman 0 sampai kedalaman 8.000 ft dan merupakan pula semen dasar. Dengan penambahan acclerator dan retarder semen ini dapat digunakan pada range kedalaman dan temperatur yang besar. Semen ini hanya dalam jenis *moderate sulfate resistent*.



Gambar 5.7. Ilustrasi Operasi Penyemenan



Gambar 5.8. *Lifting Casing*

4. Peralatan Penyemenan

   Peralatan penyemenan pada dasarnya dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

   a. Peralatan di atas permukaan *(surface equipment)*

      Peralatan penyemenan di atas permukaan meliputi : cementing unit, flow line, dan cementing head.

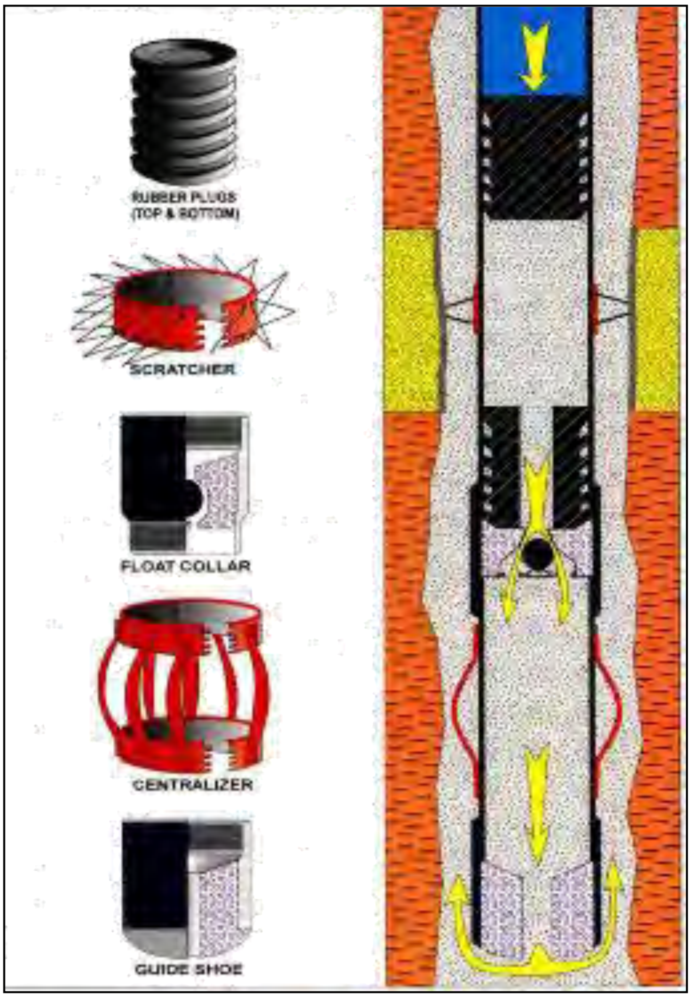


Gambar 5.9. Peralatan di atas permukaan

b. Peralatan di bawah permukaan *(subsurface equipment)*

Peralatan penyemenan dibawah permukaan meliputi :

- *Casing,* merupakan pipa selubung yang berfungsi untuk : melindungi lubang bor dari pengaruh-pengaruh fluida formasi dan tekanan-tekanan di sekitarnya, melindungi lubang bor dari keguguran, memisahkan formasi produktif satu dengan lainnya dan bersama-sama memperkuat dinding lubang bor serta mempermudah operasi produksi nantinya.
- *Centralizer,* memiliki fungsi menempatkan casing di tengah-tengah lubang, mensekrap mud cake dan mencegah terjadinya differential sticking. Centralizer dibuat dari bahan baja, sehingga mampu mendorong casing di tengah-tengah lubang.
- *Scratchers*, alat yang dirangkaikan/dipasang pada casing dan berfungsi untuk membersihkan dinding lubang bor dari mud cake, sehingga didapat lubang bor yang bersih. Ada dua jenis scratchers : Rotation type wall scratcher dan Reciprocating type scratcher. Pemasangan scratcher pada casing pada umumnya dilas, tetapi dewasa ini dipasang dengan step collar atau clamps.
- *Peralatanfloating*, terdiri dari :
    1) *Shoe : casing shoe/guide shoe, float shoe*
    2) *Collar : guide collar, float collar*
- *Shoe track,* merupakan pipa casing yang dipasang antara shoe dan collar sepanjang satu batang atau lebih, tergantung dari ketinggian semen diannulus.
- *Cementing plug,* terdiri dari *Bottom plug* berfungsi untuk mencegah adanya kontaminasi antara lumpur dengan bubur semen dan *Top plug* berfungsi untuk mendorong bubur semen, memisahkan semen dari lumpur pendorong agar tidak terjadi kontaminasi, membersihkan sisa-sisa semen dalam casing.



Gambar 5.10. Peralatan Bawah Permukaan



Gambar 5.11. Peralatan Pendukung Penyemenan

5.3 Rangkuman

1. Penyemenan bertujuan untuk melekatkan casing pada dinding lubang bor,
2. *Casing*mampu melindungi masalah-masalah mekanis selama operasi pemboran.
3. Penyemenan akan melindungi casing dari fluida formasi yang bersifat korosi dan untuk memisahkan zona yang satu terhadap zona yang lain di belakang casing.
4. Penyemenan terdiri dari primary cementing (penyemenan utama) dan secondary cementing (penyemenan kedua).

5. Jenis-jenis casing antara lain : Conductor casing, Surface Casing, Intermediate casing dan Production casing.

5.4 Latihan

1. Apakah tujuan dilakukannya penyemenan?
2. Sebutkan peralatan-peralatan penyemenan yang berada di atas permukaan!
3. Sebutkan peralatan-peralatan penyemenan yang berada di bawah permukaan!

BAB VI
WELL COMPLETION

Indikator keberhasilan: Setelah mengikuti pembelajaran ini siswa diharapkan dapat menjelaskan mengenai well completion.

Tujuan utama *well completion* adalah untuk menyiapkan sumur agar dapat memproduksikan minyak / gas seoptimal mungkin, murah, aman, mudah dalam perawatan dan tidak memberikan efek kerusakan formasi.

Sesudah sumur dibor maka langkah selanjutnya adalah melakukan penyempurnaan sumur (komplesi) agar fluida dari dasar sumur dapat mengalir ke permukaan. Metoda *well completion* terbagi atas dua bagian utama yaitu *bottom hole completion* dan tubing completion. *Bottom hole completion* dapat dilakukan secara *uncased hole completion* (tanpa penahan) atau secara *cased hole completion* (dengan penahan) yang diperforasi. Pada *tubing completion* diusahakan agar mampu mengangkat fluida yang telah berada dalam lubang sumur ke permukaan dengan semaksimal mungkin.

6.1 Faktor-Faktor Pemilihan Well Completion

Jenis komplesi sumur ini bermacam-macam pilihannya tergantung pada beberapa faktor, diantaranya adalah :

1. Kekompakan Batuan
2. Jumlah Lapisan Produktif
3. Productivity Indeks
4. Sifat Fluida Formasi
5. Kemungkinan Pemakaian Artificial Lift

1. Kekompakan Batuan

   Kekompakan batuan merupakan salah satu dasar dari pemilihan well completion khususnya formation completion sehubungan dengan pencegahan keguguran dari formasi produktifnya. Kekompakan batuan akan berkaitan dengan kestabilan formasi yang meliputi sementasi batuan, kandungan lempung dan kekuatan formasi. Untuk menganalisa kestabilan formasi diperlukan data logging dan coring dari lapisan produktifnya.Faktor-faktor penting dan harus diketahui serta diperhitungkan agar metoda formation completion berhasil diterapkan dengan baik adalah kestabilan formasi. Sifat kestabilan formasi ini sangat berkaitan erat dengan kekompakan batuan yang berpengaruh terjadinya keruntuhan lubang bor pada saat operasi pemboran dan pada saat sumur diproduksikan.

2. Jumlah lapisan produktif

   Reservoir yang mempunyai jumlah lapisan produktif lebih dari satu dan mempunyai kondisi yang berbeda-beda sehingga mempunyai produktifitas dan tekanan formasi yang berbeda pula. Untuk satu lapisan produktif dipergunakan satu tubing (single completion) , sedangkan untuk lebih dari satu lapisan dengan kondisi yang berbeda-beda maka dipergunakan lebih dari satu tubing (multiple completion)

   Agar diperoleh laju produksi yang optimum dari tiap-tiap lapisan diperlukan data tekanan alir dasar sumur, ukuran choke yang dipakai dan letak dari kedalaman dari masing-masing lapisan produktifnya sehingga akan menyebabkan ukuran tubing yang berbeda pula.

   Apabila sumur mempunyai lebih dari satu lapisan produktif dengan perbedaan tekanan formasi yang cukup besar, akan mempengaruhi jenis tubing completion karena dikhawatirkan akan terjadi interflow sehingga akan mempengaruhi jenis dari well completionnya. Perbedaan tekanan formasi ini akan mempengaruhi kemampuan produksi dari masing-masing lapisan.

3. Productivity index

   Productivity indeks berhubungan dengan pemilihan dari well completion. Aliran fluida formasi dari formasi menuju lubang sumur atau inflow performance dan diikuti aliran fluida dari dasar sumur ke permukaan melalui tubing atau yang disebut dengan vertikal lift performance.

   Dengan mengetahui productivity indeks dan dinyatakan dalam bentuk IPR dan memplot tubing performance maka akan diperoleh laju produksi dan apabila dikaitkan dengan maximum effisien rate (MER) maka dapat ditentukan laju produksi optimum dan ukuran tubing yang dipergunakan. Jadi dalam menentukan laju produksi optimum tidak boleh melebihi MER.

4. Sifat fluida formasi

   Fluida formasi mengadung banyak komponen penyusunnya , adanya sifat korosi, pembentuk scale dan parafin maka perlu dilakukan tindakan pencegahan disebabkan dapat merusak peralatan produksi. Setiap lapisan produktif pada umumnya mempunyai sifat yang berbeda sehingga dapat menyebabkan persoalan yang berbeda pula dan juga treatment untuk penanganannya berbeda pula. Pemilihan well completion mempertimbangkan hal tersebut apakah akan dilakukan single completion atau multiple completion.

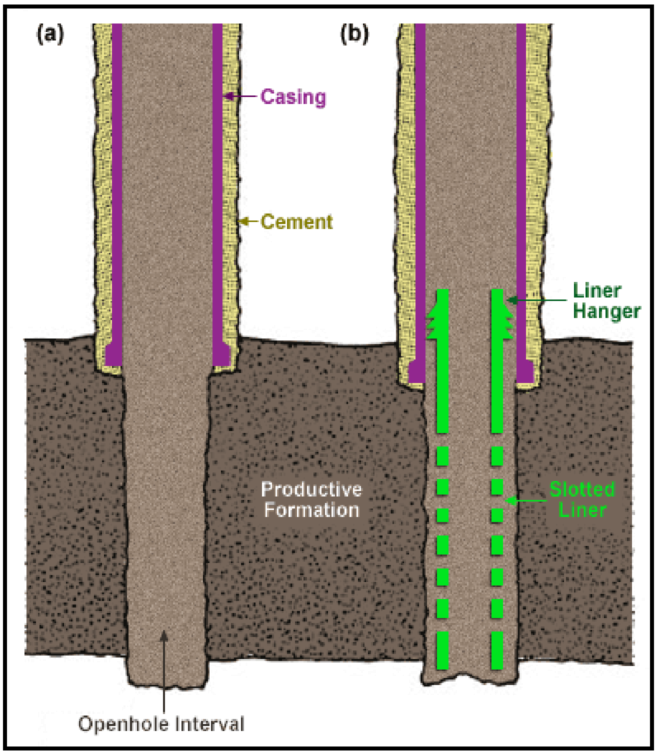
5. Kemungkinan Pemakaian Artificial Lift

   Apabila sumur sudah tidak ekonomis lagi diproduksikan secara sembur alam maka perlu dilakukan pengangkatan buatan atau artificial lift. Permasalahan akan timbul apabila setiap lapisan yang diproduksikan mempunyai umur yang berbeda dalam meproduksikan secara sembur alam. Sehingga perlu dilakukan metoda artificial lift untuk meneruskan produksinya. Jenis artifial lift yang dapat dipergunakan untuk membantu mengangkat fluida dari dasar sumur antara lain adalah gas lift dan pompa.

6.2 Jenis-JenisWell Completion

1. Bottom Hole Completion

   Pada metoda ini terbagi atas dua macam yaitu open hole completion dan perforated casing completion. Open hole completion merupakan metoda yang paling sederhana, dimana casing hanya dipasang sampai puncak formasi produktif, sehingga formasi produktif tidak tertutup secara mekanis. Metoda ini hanya cocok untuk formasi yang kompak (tidak mudah gugur). Pada metoda perforated casing completion, casing produksi dipasang menembus formasi produktif dan disemen yang selanjutnya diperforasi pada interval-interval yang diinginkan.



Gambar 6.1.*Open Hole Completion*

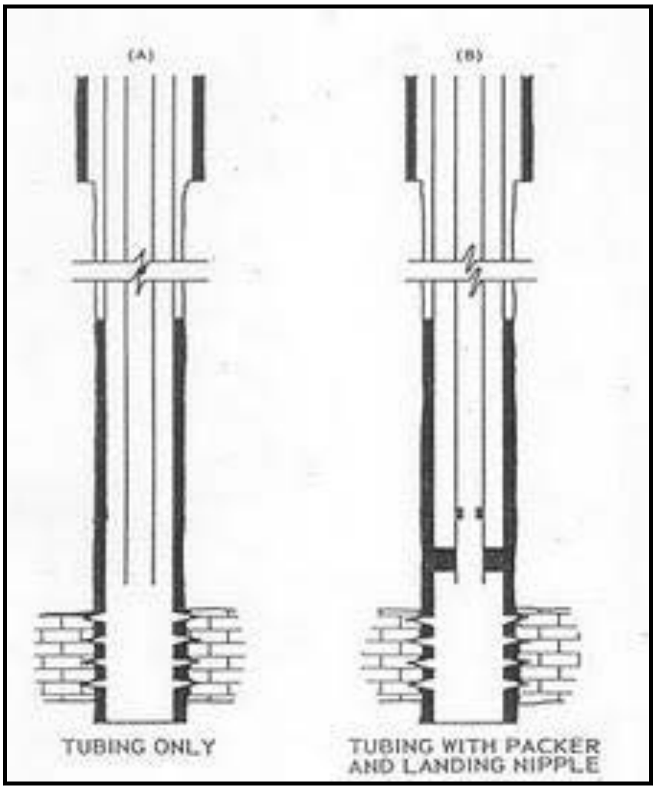
2. Tubing Completion

   Tubing completion berdasarkan jumlah production string yang digunakan dalam satu sumur, dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu:

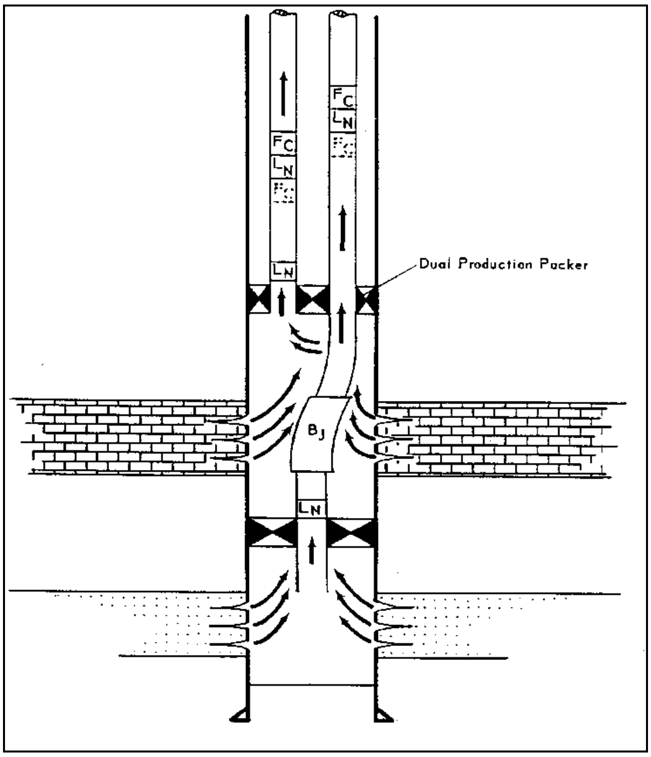
- Single completion
- Commingle completion
- Multiple completion

Dalam metoda single completion digunakan satu production string, dimana sumur hanya memiliki satu lapisan/zone produktif atau banyak lapisan tetapi diproduksi secara bergantian masing-masing zona. Single completion dapat dilakukan secara open hole bila formasinya cukup kompak, dan dilakukan secara perforated jika formasinya kurang kompak dan diselingi lapisan-lapisan tipis dari air atau gas. Dengan menggunakan metoda commingle maka sumur yang mempunyai lebih dari satu lapisan/zone produktif dapat diproduksikan melalui satu production string.

Multiple completion dilakukan untuk sumur yang memiliki lebih dari satu lapisan/zone produktif. Tiap-tiap zone produktif diproduksikan sendiri-sendiri secara terpisah sesuai dengan produktivitasnya masing-masing, sehingga dapat memaksimalkan recoverable oil. Pada metoda ini pengontrolan masing-masing zone produksi dan kerusakan alat atau formasinya dapat dilakukan secara mudah tetapi biaya yang harus dikeluarkan lebih besar dibandingkan dengan metoda lainnya.



Gambar 6.2. Single Completion



Gambar 6.3. Multiple Completion

6.3 Rangkuman

1. Sesudah sumur dibor maka langkah selanjutnya adalah melakukan penyempurnaan sumur (komplesi) agar fluida dari dasar sumur dapat mengalir ke permukaan.
2. Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam pemilihan well completion antara lain : kekompakan batuan, jumlah lapisan produksi, productivity index, sifat fluida formasi dan kemungkinan penggunaan artificial lift.
3. Jenis-jenis komplesi sumur antara lain : Bottom hole completion dan Tubing completion.

6.4 Latihan

1. Apakah tujuan dilakukannya well completion?
2. Faktor apa sajakah yang menentukan jenis komplesi sumur yang akan digunakan?
3. Apakah perbedaan antara open hole completion dengan perforated casing completion?
4. Jelaskan tentang multiple completion!

BAB VII
KESELAMATAN KERJA DI OPERASI PENGEBORAN

Indikator keberhasilan: Setelah mengikuti pembelajaran ini siswa diharapkan dapat menjelaskan mengenai keselamatan kerja di operasi pengeboran.

Kegiatan pengeboran minyak dan gas serta panas bumi adalah kegiatan yang membutuhkan teknologi tinggi dan juga biaya yang tinggi. Oleh karenanya dibutuhkan sumber daya manusia yang kompeten dan ahli dalam bidangya. Selain tiga hal di atas kegiatan ini juga mengandung resiko yang tinggi, oleh karenanya perlindungan terhadap sumber daya manusia yang dimiliki dan juga peralatan yang digunakan sangatlah penting.

Pada bab ini akan dibahas mengenai keselamatan kerja di operasi pengeboran baik pada sumber daya manusianya maupun terhadap peralatan yang digunakan. Sehingga diharapkan biaya yang dikeluarkan akan menjadi optimal.

7.1 Perlindungan Perorangan

1. Perlindungan Kepala

   Perusahaan menyediakan pelindung kepala *(hard hat)* untuk semua karyawan yang baru diangkat. Pelindung kepala tersebut harus dipakai oleh setiap karyawan yang sedang bekerja atau yang berada di luar daerah akomodasi. Bila sedang bekerja di tempat yang tinggi, pelindung kepala harus diikatkan pada pakaian kerja dengan menggunakan tali yang pendek agar tidak jatuh dan menimpa atau melukai pekerja yang berada di bawah.

   Beberapa pelindung kepala harus disiapkan di rig untuk dipakai oleh pengunjung. Topi-topi tadi harus dicat putih dan diberikan tulisan

"visitor" (pengunjung). Rambut yang panjang harus dipotong atau diberi net atau diikat dan dimasukkan ke dalam kea rah baju agar tidak tersangkut pada peralatan.

2. Sepatu keselamatan kerja atau sepatu bot

   Sepatu keselamatan kerja atau sepatu bot (ujungnya diberi baja) disediakan oleh perusahaan untuk semua karyawan dan harus dipakai oleh personil di luar daerah akomodasi. Sol dan tumit sepatu tersebut harus dibuat dari bahan anti selip untuk mencegah cedera karena terpeleset.

3. Pakaian yang tepat

   Perusahaan memberikan pakaian kerja bagi semua karyawan setelah pengangkatannya sebagai pegawai dan sesudah itu pakaian dibagikan secara periodic. Hanya pakaian kerja yang pas dan dalam keadaan baik boleh dipakai oleh karyawan pada waktu kerja. Pakaian dijaga agar tetap bersih dengan sering mencucinya, untuk menjaga kesehatan dan bahaya api karena memakai pakaian berminyak. Semua karyawan harus mempunyai sebuah pakaian bersih agar dapat mengganti pakaian yang sudah penuh dengan minyak. Perhiasan yang longgar, seperti kalung, gelang atau cincin juga merupakan sumber bahaya dan seharusnya tidak dipakai bila sedang bekerja.

4. Pelindung mata dan muka

   Pelindung mata diberikan oleh perusahaan untuk semua karyawan. Kacamata pelindung atau *goggle* harus dipakai bila sedang mengerjakan pekerjaan-pekerjaan. Sebagai tambahan, kacamata anti cipratan *(splash proof goggles)* atau pelindung muka harus digunakan bila menangani bahan kimia yang berbahaya.

5. Pelindung telinga

   Bila seseorang pekerja diminta untuk bekerja di tempat dimana tingkat keributannya melebihi tingkat yang diijinkan untuk kesehatan pendengaran, pekerja tersebut harus dilengkapi dengan dan memakai

alat pelindung untuk mengurangi keributan sampai pada tingkat yang tepat dapat diterima, sekitar 12 desibel.

6. Ikat pinggang pengaman

   Ikat pinggang pengaman *(safety belts)* harus digunakan bila bekerja pada BOP, derrick, di atas tepi, atau kapan saja seseorang terancam jatuh dari ketinggian lebih dari 6 ft. *Safety line* harus terbuat dari kabel yang dibungkusplastic dan dijalin atau dari tali nylon. Keduanya harus benar-benar tersambung dengan snapling type fasteners. Semua ikat pinggang pengaman harus dijaga agar tetap bersih, gunakan hanya air tawar untuk mencegah karat dan diperiksa secara teratur kemamuannya. Bila ternyata ikat pinggang pengaman sudah tidak aman, harus segera dihancurkan untuk mencegah pemakaian berikutnya.

7. Peralatan pernafasan

   - Peralatan pernafasan *(breathing)* harus selalu tersedia pada semua instalasi.
   - *Rig supervisor* harus memperhatikan bahwa karyawannya mengetahui bagaimana mengoperasikan perlatan *self contained breathing apparatus* (SCBA). Training dapat dimasukkan dalam bagian dari drill (latihan) atau safety meeting.
   - Kedok pernafasan harus selalu tersedia untuk digunakan ketika penyemprotan cat, *cementing*, mencampur bahan-bahan kimia dan lain-lain.

8. Peralatan penyelamat

   Sekurang-kurangnya sebuah alat penyelamat harus ditempatkan pada tempat tidur setiap orang untuk semua kamar. Selama *emergencydrill*, semua crew harus melatih diri terbiasa menggunakan alat-alat penyelamat (*life vest life boat*, kedok pernafasan dan lain-lain)

7.2 Keselamatan Peralatan Kerja

1. Peralatan tangan
   - Cara operasi dan pengguanaan *handtools* harus diperlihatkan pada semua anggota *crew*. *Supervisor* harus memastikan bahwa anggota *crew* menggunakan alat yang tepat dalam tugasnya.
   - *Handtools* harus dijaga agar tetap bersih dan dirawat dengan baik. Sebelum dipakai harus diperiksa terlebih dahulu kemampuan kerjanya.
   - Permukaan palu pahat, linggis dan perlatan yang serupa harus dijaga jangan sampai mengembang, pecah-pecah dan kerusakan lainnya.
   - Pegangan kapak dan palu yang retak atau patah segera diganti.
   - *Heel* dan *jaw section* dari *pipe wrench* harus diperiksa secara teratur dan diganti jika perlu.
   - Peralatan yang lepas, suku cadang, peralatan mekanik atau material yang tidak perlu, tidak boleh disimpan di lantai *derrick*. Semua peralatan yang ada di sana harus mempunyai *safety line* (tali pengaman) sebagai tambahan untuk menjaga supaya jangan terjatuh.
   - Alat-alat harus dikembalikan ke tempatnya setelah dipakai dan tidak boleh ditinggalkan di sekitar rig dalam keadaan membahayakan.
2. Gurinda
   - Gurinda harus mempunyai *protective shield* (perisai pelindung) dan tempat peralatan yang dapat disetel. Tempat peralatan harus diatur dengan benar, hal ini penting karena bila ada sepotong material terjepit diantara rest dan roda, dapat menyebabkan roda tersebut patah, dan melemparkan potongan-potongan lebih cepat dari jalannya peluru.
   - Jangan mengasah pada sisi roda gurinda sebab dapat menyebabkan gurinda patah atau rusak sebelum waktunya.

- RPM gurinda tidak boleh melebihi kecepatan roda yang telah direkomendasikan yang tertera pada *table*.
- *Cup type goggles* atau sebuah perisai muka harus ditempatkan di dekat gurinda atau *buffer* (penghalus) sedang dijalankan.

3. *Drill pipe tong*
   - *Tong dies* harus selalau tajam dan terpasang kuat ditempatnya untuk menghindari selipnya tong atau terlepasnya gigitan pada saat tegangan dijalankan.
   - Bila mengganti *tong dies*, harus memakai *safety goggles* dan menggunakan *tong die driver*.
   - *Tong safety lines*, *jerk lines*, dan *clamps* serta *snackles* yang menguatkan mereka harus diperiksa sebelum setiap trip. Peralatan yang using atau tdak aman harus segera diganti.
   - *Wire rope* yang digunakan untuk menggantungkan tong pada *derrick*, harus diperiksa ketahanannya secara rutin oleh *derrickman*. Terutama didaerah sekitar ikatannya.
   - *Counterbalance tong* harus dijaga keseimbangannya, tong dengan mudah dapat dinaikturunkan, utamakan keselamatan opersinya.
   - *Drill pipe tong* harus dijaga agar tetap bersih dan dicat dengan warna terang, biasanya merah, agar dapat dilihat dengan mudah, oleh pekerja dan jauhilah jalurnya.
   - *Rotary table* tidak digunakan untuk menyambung ataupun melepas sambungan pipa. Kedua praktek ini tidak aman dan dapat mengakibatkan kerusakan besar pada pipa. Gunakan selalu dua tong bila menyambung dan melepas sambungan.
   - Pekerja jangan berdiri disamping kedua tong tersebut ketika *driller* sedang menyambung atau melepas *joint*.
   - Bila tarikan yang lebih kuat pada *jerk line* diperlukan untuk melepaskan ikatan yang kuat, semua *crew floor* harus menyingkir dari rotary dan jalur tong sebelum *torque* dijalankan.

- Bila tong tidak dipergunakan, harus disangkutkan kembali di sudut *rig floor* agar tidak menghalangi jalan.

4. *Spinning wrench*
   - *Spinning wrench* harus diperiksa dengan benar sesuai dengan spesifikasi pabrik, pastikan bahwa tidak ada pemakaian yang berlebihan pada waktu *wrench* dijalankan.
   - Jauhkan tangan dari *drillpipe* ketika memasang *spinning wrench* pada pipa.
   - *Spinning wrench* hanya dijalankan oleh personil yang berpengalaman.
   - *Hoses* harus dilepaskan pada waktu mengerjakan perawatan.
5. Rantai pipa
   - Tak seorang personilpun diijinkan menggunakan kunci rantai pipa tanpa diinstruksikan terlebih dahulu mengenai cara pengoperasiannya, teknik penggunaannya dan pengontrolannya.
   - Rantai, sambungan rantai dan tali ekor harus diperiksa terlebih dahulu sebelum rantai digunakan dan diperbaiki atau diganti bila perlu.
   - Semua *roller guides* pada jalur rantai atau *guide post* harus dapat bergerak secara bebas, dan tidak ada tepi-tepinya yang tajam dimana rantai dapat tersangkut.
   - Bila tidak digunakan, rantai harus digulung dan diletakkan di depan *drawwork* sebelah bawah, agar tidak menghalangi jalanan.
6. *Elevator dan slip*
   - Personil tidak diijinkan naik ke *derrick* dengan menggunakan *elevator* dengan alasan apapun.
   - Untuk dapat bekerja dengan benar dan aman, *elevator* harus dijaga agar tetap dalam kondisi kerja yang baik. Semua bagian yang bergerak harus selalu diberi minyak, dan baut baja dengan ukuran yang benar harus digunakan pada kupingan kunci *elevator*.

- Pada waktu *tripping*, bagi *floorman* yang bertugas membimbing *elevator* ke pipa janga meletakan tangan mereka pada atau dekat mata *links*. *Elevator* dipegang pada tanduknya, handle belakang, atau *link* bagian atas.
- Pin-pin yang menguatkan *handle* pada *slips* harus seringkali diperiksa. Pemakaian yang terus menerus selama tripping sering menyebabkan hilangnya pin-pin tersebut, sehingga memungkinkan *handle* terlepas pada saat mengangkat *slips.*
- Semua anggota *crew* harus mengetahui teknik-teknik yang benar dalam memasang dan mengangkat *slips*. Gunakan kaki (bukan punggung) untuk menopang. *Handle* harus dipegang dengan telapak tangan menghadap ke atas, untuk mengurangi kemungkinan tangan mendapat celaka.
- Bila akan memasang slips, pipa harus benar-benar berhenti terlebih dahulu pada *rotary*.
- *Slip die insert* harus dijaga agar tetap tajam dan bersih dari lumpur untuk mendapatkan gigitan yang baik. *Slips* harus dilumasi secara teratur untuk mencegah mereka retak di dalam *bushing* pada waktu *tripping*.
- Setelah menyelesaikan *trip* atau koneksi, *rotary slips* harus dijauhkan dari *rotary table*.

7. *Catheads*
   - Jangan mengangkat personel ke *derrick* dengan menggunakan *cat line*.
   - *Supervisor* harus memberi instruksi yang tegas dan memberikan latihan mengenai cara mengoperasikan *cathead* secara aman sebelum mengijinkan mereka menjalankannya.
   - Jangan menjalankan *cathead* tanpa ada orang lain di *driller console.*
   - Pergesekan pada permukaan *cathead* harus dijaga agar tetap halus dan bebas dari lekukan-lekukan.

- *Cathead* harus dilengkapi dengan pemisah tali untuk mencegah *cat line* berbaur.
- Pemisah tali harus diperiksa secara teliti ketajamannya. Bila menjadi lebih tajam, maka harus dilumasi sebelum penggunaan selanjutnya.
- Bila *cathead* operator tidak dapat melihat ujung beban dari cat line, maka ia tidak boleh menggerakan cat line tanpa aba-aba dari *flagman*.
- *Cat line* yang tidak dipakai jangan ditinggalkan tergulung di sekitar *cathead*
- Jauhkan tangan dari tali di sekitar cathead yang sedang digunakan dan hindari tali terkumpul di sekitar kaki.

8. *Drawworks*
   - *Drawworks* harus dimatikan dan rem harus dipasang bila *driller* terlibat dalam pembicaraan. Perhatian penuh harus diberikan pada *travelling block* yang sedang berjalan.
   - *Drawwork brake* harus dirantai bila ditinggalkan.
   - *Drawwork brake* harus dirantai sehingga *travelling block* tidak dapat bergerak ketika *crown block* sedang diservis atau pekerjaan lain sedang dikerjakan di tempat tersebut.
   - Semprotan air jangan diarahkan ke *drawwork brake bands* ketika membersihkan *drawwork.*
   - *Crown-O-Maticbrake* harus diset kembali dengan tepat pada tempatnya setelah pekerjaan memotong atau melepas *drilling line*
   - Hanya *driller* atau pekerja yang berpengalaman dan terlatih yang diperkenankan mengoperasikan *drawwork*
9. Perpipaan *(tubular)*

   Drill pipe job
   - *Drillpipe* yang akan dipasang pada atau dilepas dari *drill string* tidak boleh dibiarkan tinggal dalam *mouse hole* pada waktu *round trip.*

- Setiap *stand drillpipe* diangkat dari *rig foor pipe rack* harus ditahan ketika pipa diangkat, sehingga tidak terayun melintasi *rig floor*.
- Saat *stand drillpipe* dibawa melintas *rig floor* untuk diikat *(stabbing),derrickman* harus menghentikan ayunan pipa dari atas.
- Pandangan *driller* pada drillpipe yang ada pada *rotary table* tidak boleh terhalang.
- Pada waktu mengangkat pipa dari lubang sumur, setiap stand dari *drillpipe* yang ditempatkan dalam *racking finger* harus diikat dengan tali atau rantai untuk mencegah *drillpipe* berantakan sekiranya ada gerakan *rig* yang mendadak atau angina badai.
- Sebuah *pipe jacking bar* (dongkrak) yang memadai harus digunakan untuk mengatur pipa yang sedang diset pada rack pipa, bukan menggunakan *pipe wrench* dan alat pengangkat lain yang dapat mengakibatkan luka dan menyebabkan kerusakan pada *sealing area* dari *tool joint pin*.
- Pipa dimasukkan ke rak dengan mendorong bagian luar pipa ke belakang.
- Kaki tidak boleh ditempatkan di bawah pipa bila sedang melakukan *rabitting* pada *drillpipe*.
- Selama *trip*, rak pipa harus dijaga agar tetap bersih dari lumpur yang keluar dari dalam pipa untuk menghindari pipa tergelincir.

Drill Collar Job

- Lumpur formasi harus dibersihkan dari *drill collar stabilizer blade* sebelum *collar* diangkat dan diberdirikan di *derrick* untuk mencegah lumpur menjadi kering dan jatuh menimpa *crew*
- Setiap *drill collar lift sub* harus diikat erat-erat pada *colla*r sebelum collar diangkat ke atas *derrick* untuk mencegah sub terbuka kembali ketika mengerjakan *drillcollar*
- Kaki, lutut dan tangan jangan diletakka di bagian bawah *drill collar clamp* ketika clamp sedang dipasang pada sebuah *drill collar* di *rotary table*.

- Sebuah *drill collar clamp* yang dipasang erat pada sebuah *drill collar* jangan diangkat ke atas *derrick* melampau batas kepala.
- Sebuah *drill collar* harus diputar ke dalam bit dengan kunci rantai bukannya dengan *rotary* sampai dengan menjadi perlu mengencangkan sambungannya dengan *drill pipe tongs*.

Bit Job

- Ketika memasukkan *drill bit* ke dalam sebuah *bit breaker*, jangan meletakan tangan pada *bit breaker* pada saat *bit* dan *collar* dibimbing masuk ke mulut *bit breaker*. Pada saat itu kaki jangan digunakan untuk mengatur kunci *bit breaker*.
- Bila tegangan dilakukan pada *drill pipe tongs* untuk mengikat sebuah *drill bit* , daerah sekitar *rotary table* harus bersih dari semua personil.

Bottom Hole Assembly Job

- *Stabilizer, wall scraper*, atau *pup joint* yang ditambahkan ke dalam *drillstring* tidak boleh diset pada *rotary table* yang tidak dibantu dengan sebuah *hoist line.*
- Peralatan yang dilepas dari *drillstring*, tidak boleh dilempar atau dibiarkan jatuh ke atas *rig floor*. Gunakan *hoist line*.
- Bila *me-rabbit drill pipe*, *crewman* harus menjauhkan muka dari rak ppipa untuk mencegah kemungkinan luka pada mata, meskipun pelindung mata dipakai selama pekerjaan ini.
- Pengamatan harus dilakukan dari *rig floor* setiap kali *elevator* dipasangkan pada sebuah *stand pipe* di *derrick* untuk menentukan apakah pipa tersebut sudah tertangkap atau terhalang.
- Seandainya sebuah *stand pipe* terhalang di dalam *derrick*, keadaannya harus diberitahukan dengan segera dari atas dan lakukan tindakan yang benar dan tepat.
- *Mud bucket* harus digunakan untuk mengontrol semprotan lumpur pada saat melepas sambungan yang berlumpur. *Mud bucket* harus dilengkapi dengan sebuah selang *(hose)* untuk

mengembalikan lumpur dari *bucket* ke *flowline* dan *mud pit*. Pada saat bekerja pada sambungan yang berlumpur, *rig floor* harus setiap kali dibersihkan untuk mencegah bahaya terpeleset. *Pipe wiper* sebaiknya digunakan.

- Personil tidak boleh melongok *bell nipple* dari atas ketika *blind ram* dibuka untuk menurunkan pipa ke dalam lubang bor.
- Peralatan *casing* tidak boleh dipasang sampai semua *drill pipe* telah diangkat dari lubang sumur.

Casing Job

- *Casing slip, spider, dan elevator* harus dipindahkan ke *rig floor* dengan menggunakan *wire rope sling* yang kekuatannya memadai untuk mencegah agar tidak jatuh.
- Sebelum mulai dengan *casing job*, *casing slip* dan *elevator* harus diperiksa terlebih dahulu keamanan kerjanya.
- Tangan jangan diletakkan pada *casing collar (joint)* yang menonjol di atas *casing slips* bila *casing* berikutnya sedang diikat.
- *Casing* yang sedang diikat jangan diturunkan bila tangan, jari, atau anggota badan diperkirakan pada tempat yang berbahaya.
- Ketika *running casing*, pandangan antara *drawwork consule* dengan *rotary table* tidak boleh terhalang.
- Saat memasangkan *elevator* ke dalam *casing* di *derrick*, *derrickman* harus diberitahu agar tangannya tidak terjepit diantara *elevator* dan *casing* tersebut.
- *Casing protector* harus dimasukkan ke dalam *container-container* di *rig floor* bila dilepas dari *casing*, hal ini untuk menghindari bahaya luncur.
- Menggunakan *single joint casing pick up elevator* lebih baik daripada menggunakan *pick up line*.

H2S SAFETY

DEFINISI, PROSES TERJADINYA, SIFAT DAN KARAKTERISTIK GAS H2S

A. DEFINISI GAS H2S

Gas H2S adalah rumus kimia dari gas Hidrogen Sulfida yang terbentuk dari 2 unsur Hidrogen dan 1 unsur Sulfur. Satuan ukur gas H2S adalah PPM (part per milion). Gas H2S disebut juga gas telur busuk, gas asam, asam belerang atau uap bau.

B. PROSES TERJADINYA GAS H2S

Gas H2S terbentuk akibat adanya penguraian zat-zat organik oleh bakteri. Oleh karena itu gas ini dapat ditemukan di dalam operasi pengeboran minyak / gas dan panas bumi, lokasi pembuangan limbah industri, peternakan atau pada lokasi pembuangan sampah.

C. SIFAT DAN KARAKTERISTIK GAS H2S

Gas H2S mempunyai sifat dan karakteristik antara lain :

- Tidak berwarna tetapi mempunyai bau khas seperti telur busuk padakonsentrasi rendah sehingga sering disebut sebagai gas telur busuk.
- Merupakan jenis gas beracun.
- Dapat terbakar dan meledak pada konsentrasi LEL (Lower Explosive Limit)4.3% (43000 PPM) sampai UEL (Upper Explosive Limite)

46%(460000 PPM) dengan nyala api berwarna biru pada temperature 500 0F(260 0C)

- Berat jenis gas H2S lebih berat dari udara sehingga gas H2S akancenderung terkumpul di tempat / daerah yang rendah. Berat jenis gas H2Ssekitar 20 % lebih berat dari udara dengan perbandingan berat jenis H2S :1.2 atm dan berat jenis udara : 1 atm.
- H2S dapat larut (bercampur) dengan air (daya larut dalam air 437 ml/100ml air pada 0 0C; 186 ml/100 ml air pada 40 0C).
- H2S bersifat korosif sehingga dapat mengakibatkan karat pada peralatanlogam.

2. EFEK FISIK GAS H2S TERHADAP MANUSIA

Efek fisik gas H2S terhadap manusia tergantung dari beberapa faktor, diantaranya
adalah :

a. Lamanya seseorang berada di lingkungan paparan H2S.
b. Frekuensi seseorang terpapar.
c. Besarnya konsentrasi H2S.
d. Daya tahan seseorang terhadap paparan H2S.

Tabel 1. Tingkat konsentrasi H2S dan efek fisik gas H2S]

Tingkat H_2S (PPM)	Efek pada manusia
0.13	Bau minimal yang masih terasa
4.6	Mudah dideteksi, bau yang sedang
10	Permulaan iritasi mata dan mulai berair
27	Bau yang tidak enak dan tidak dapat ditoleransi lagi.
100	Batuk-batuk, iritasi mata dan indera penciuman sudah tidak berfungsi
200 - 300	Pembengkakan mata dan rasa kekeringan di tenggorokan
500 - 700	Kehilangan kesadaran dan bisa mematikan dalam waktu 30 - 1 jam
Lebih dari 700	Kehilangan kesadaran dengan cepat dan berlanjut kematian

Menurut ACGIH (American Conference Of Govermental Industrial Hygienists) :

- Nilai ambang batas (TLV-TWA / Threshold Limit Value-Time Weighted Average) H2S adalah 10 PPM, yang didefinisikan sebagai konsentrasi ratarata yang diperkenankan untuk pemaparan selama 8 jam sehari atau 40 jam seminggu. Pekerja dapat terpapar secara berulang tanpa menimbulkan gangguan kesehatan pada konsentrasi 10 PPM (Occupational Exposure Limit for Chemical Substances).
- Sedangkan nilai ambang batas yang merekomendasikan bahwa pekerja tidak boleh terpapar H2S untuk jangka waktu maksimal 15 menit adalah bila paparan melebihi 20 PPM atau yang disebut dengan TLV – STEL (Treshold Limit Value – Short Term Exposure Limit).

Efek fisik gas H2S pada tingkat rendah dapat menyebabkan terjadinya gejalagejalasebagai berikut :

- Sakit kepala atau pusing
- Badan terasa lesu
- Hilangnya nafsu makan
- Rasa kering pada hidung, tenggorokan dan dada
- Batuk – batuk
- Kulit terasa perih

3. PROSES DAN KRONOLOGIS TERJADINYA KASUS KERACUNAN GAS H2S

PADA TUBUH MANUSIA.

Pada kondisi normal, seseorang bernafas dengan menghirup udara yang terkandung oksigen sebagai salah satu bagian udara bebas, selain nitrogen dan
unsur-unsur lainnya. Oksigen sangat dibutuhkan manusia untuk proses oksidasi

di dalam tubuh. Oksigen yang masuk ke dalam paru-paru akan dibawa oleh
darah ke seluruh tubuh termasuk ke otak. Jika seseorang menghirup udara yang
telah tercampur dengan gas H2S maka komposisi oksigen yang masuk kedalam
tubuh akan berkurang, sehingga kinerja otakpun akan terganggu. Tingkat konsentrasi gas H2S di otak yang semakin tinggi akan mengakibatkan lumpuhnya
saraf pada indera penciuman dan hilangnya fungsi kontrol otak pada paru-paru.
Akibat fatalnya adalah paru-paru akan melemah dan berhenti bekerja, sehingga
seseorang dapat hilang kesadaran dan meninggal dalam ukuran waktu tertentu.

4. METODE MENGURANGI ATAU MENETRALISIR PAPARAN GAS H2S

Metode mengurangi paparan gas H2S pada suatu area dapat dilakukan dengan
meniupkan angin menggunakan kipas angin besar (bug blower) sehingga gas
H2S akan terhambur. Kondisi ini mengakibatkan konsentrasi paparan gas H2S
akan berkurang karena area paparan gas H2S akan melebar.
Metode menetralisir gas H2S dapat dilakukan dengan Sulfur Recovery Unit, yaitu
dengan suatu alat yang dapat menguraikan unsur Hidrogen dan Sulfur secara
reaksi kimiawi. Penguraian ini akan menjadikan dua unsur netral atau tidak

beracun. Hasil akhirnya Hidrogen akan dibuang dalam bentuk gas dan Sulfur
ditampung dalam bentuk padat.

SISTEM MONITORING GAS H2S

1. MAKSUD DAN TUJUAN SISTEM MONITORING H2S

Sistem Monitoring H2S adalah sistem yang berfungsi untuk melakukan pemantauan adanya gas H2S dengan memanfaatkan peralatan-peralatan detektor H2S.

Sistem Monitoring H2S dilakukan untuk mengetahui adanya paparan gas H2S
pada suatu area tertentu sehingga dapat dilakukan tindakan-tindakan keselamatan dan kesehatan kerja yang berkaitan dengan bahaya gas H2S
tersebut.

2. DETEKTOR GAS H2S

Detektor gas H2S adalah suatu alat yang mampu mendeteksi adanya gas H2S.

Jenis-jenis peralatan deteksi gas H2S diantaranya adalah :

A. ELEKTRONIC DETECTOR H2S

Peralatan ini berfungsi untuk mendeteksi gas H2S dengan sistem electrik atau
yang sering disebut dengan sensor H2S, yang terdiri dari komponenkomponen
: head sensor, transmiter dan monitor. Pada prakteknya peralatan ini dapat ditemui dalam bentuk H2S Fixed Sensor dan H2S Personal Detector.

Cara kerjanya adalah jika head sensor mendeteksi adanya gas H2S melalui
reaksi kimia akan berakibat berubahnya nilai resistan, perubahan tersebut

akan dikondisikan menjadi besaran arus atau tegangan pada transmiter untuk
kemudian dapat diketahui nilai konsentrasi gas H2S tersebut.
H2S Personal Detector dilengkapi dengan sistem alarm yang diset pada 10
PPM dan 20 PPM, Peralatan ini bersifat praktis, ringan, mudah dibawa-bawa,
sensitif dan mudah dioperasikan.

B. H2S Tube Detector

H2S Tube Detector merupakan peralatan deteksi gas H2S berupa zat kimia
yang akan bereaksi dengan gas H2S yang dikemas dalam bentuk batang kaca
berskala. Cara penggunaannya adalah dengan menghisap sample gas H2S dan
hasil reaksi akan ditunjukkan dengan perubahan warna yang kemudian dapat
dihitung berdasarkan skala pembacaannya. H2S Tube Detector terdiri dari
berbagai macam ukuran / skala, sehingga dapat digunakan untuk mengukur
konsentrasi gas H2S sampai pada tingkat tinggi. H2S Tube Detector hanya
dapat digunakan sekali pakai.

3. FIXED MONITORING SYSTEM H2S

Fixed Monitoring System H2S adalah suatu sistem yang digunakan untuk
memantau paparan gas H2S secara terus menerus pada posisi tetap. Perangkat
tersebut terdiri dari :

A. SENSOR H2S

Sensor H2S adalah suatu perangkat yang berfungsi untuk mendeteksi adanya

gas H2S. Hasil deteksinya berupa arus 4 – 20 mA Sensor H2S yang
digunakan
di lokasi South Bungoh # 1 adalah dari produk Drager Polytron TX dan
Itrans
dengan kemampuan mendeteksi gas H2S antara 0 sampai dengan 100
PPM.
Untuk menjamin keberadaan Sensor H2S sebagai peralatan yang
berhubungan
dengan Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Sensor H2S yang terpasang
memiliki sertifikat resmi dari produsen dan sudah melalui pengujian
berkala
(kalibrasi). Prosedur kalibrasi dilakukan secara rutin minimal setiap 7
bulan
sekali, sedangkan pengujian fungsi (function test) dilakukan setiap bulan
dengan menyuntikkan gas H2S sample.

B. DATA AQCUISITION UNIT DAN KOMPUTER

Data Aqcuisition Unit adalah perangkat elektronik yang berfungsi
menghubungkan sensor H2S dengan komputer, sedangkan komputer
yang
terdiri dari CPU sebagai pusat kontrol sistem monitoring, layar monitor
sebagai media tampilan hasil monitoring dan printer untuk mencetak hasil
monitoring. Sistem monitoring gas H2S yang digunakan di lokasi South
Bungoh # 1 merupakan sistem berbasis komputer dengan tujuan agar
proses
monitoring dapat termonitor akurat dan terkendali secara komputerisasi.

4. SISTEM ALARM

Sistem alarm merupakan perangkat yang berfungsi sebagai tanda
peringatan

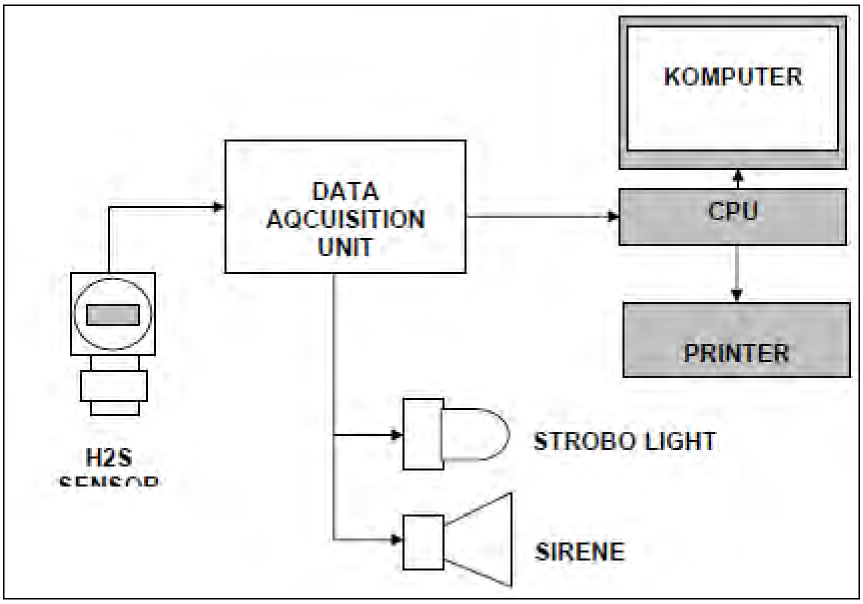
awal jika terjadi paparan gas H2S. Perangkat ini terdiri dari : lampu kilat (Strobo
Light) dan Sirene yang terhubung dengan sistem monitoring. Aktifasi perangkat
alarm tersebut terkendali secara otomatis melalui perangkat komputer yang
didasarkan pada hasil monitoring sensor H2S.
Sistem alarm sebagai peringatan awal terhadap paparan gas H2S di set pada
konsentrasi sebagai berikut :

• **10 PPM (LOW ALARM)**

Jika konsentrasi H2S di udara sama dengan atau lebih dari 10 PPM, lampu
tanda peringatan (Strobo Light) akan menyala secara otomatis.

• **20 PPM (HIGH ALARM**)

Jika konsentrasi H2S di udara lebih dari 20 PPM, lampu tanda peringatan dan
sirene akan menyala secara otomatis.



Gambar H2S Fixed Monitoring System

KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA BERKAITAN DENGAN GAS H2S

Aktifitas pemboran dan produksi minyak, gas atau panas bumi sangat berpotensi
terjadinya paparan gas H2S yang merupakan salah satu jenis gas beracun yang
sangat berbahaya terhadap tubuh manusia. Berdasarkan kondisi tersebut maka
Peraturan Keselamatan dan Kesehatan Kerja berkaitan dengan gas H2S sangat
diperlukan untuk menjamin keselamatan dan kesehatan para personal yang terlibat
di dalam aktifitas tersebut dan masyarakat di sekitarnya. Peraturan tersebut harus
diterapkan dan dijalankan pada setiap aktifitas pemboran dan produksi minyak, gas
dan panas bumi.

1. PAPARAN HYDROGEN SULFIDA (H2S)

Definisi : suatu kondisi dimana alat penutup khusus pada instalasi produksi dan
atau Pencegah Semburan Liar (Blow Out Preventer) gagal bekerja pada suatu
titik batas yang telah ditetapkan dan atau terjadinya kebocoran pipa saluran yang
tidak diharapkan. Pada kondisi tersebut kemungkinan dapat menimbulkan
paparan gas H2S ke udara atmosfer, yang mana pada kondisi ini dapat
membahayakan keselamatan jiwa manusia, sehingga akan segera memerlukan

suatu tindakan & langkah penyelamatan darurat yang terkoordinasi demi keselamatan jiwa manusia yang mungkin terkena dampak paparan gas H2S
tersebut.
(Emergency Contigency Plan JOB Pertamina PetroChina Est Java, April 7' 2007)

2. EMERGENCY PROCEDURE SEHUBUNGAN DENGAN PAPARAN GAS H2S

A. PROSEDUR UMUM

Semua personal yang bekerja pada pekerjaan konstruksi, pemboran / servis
sumur dan operasi produksi di area South Bungoh # 1, termasuk setiap tamu
yang datang ke lokasi harus mendapat penjelasan tentang bahaya H2S dan
pelatihan keselamatan terlebih dahulu sebelum memasuki area bekerja.
Semua pekerja harus membaca dan mengerti tentang prosedur keadaan darurat terhadap bahaya H2S di lokasi area.
H2S Emergency Drill / latihan keadaan darurat dapat dilakukan pada setiap
waktu untuk mempraktekkan keadaan darurat terhadap H2S. Semua personel
harus mengikuti aturan yang sama sebagaimana yang ditetapkan di dalam prosedur rencana tanggap keadaan darurat terhadap H2S.
Semua personel harus mengetahui saat kondisi di mana H2S Emergency Alarm
aktif dan memastikan bahwa semua personel di area tersebut telah mengetahui. Hentikan semua operasi alat berat / sarana angkutan dengan

segera matikan mesin. Pengemudi / Operator harus segera menuju ke daerah
aman berlawanan arah angin.

B. TUGAS DAN TANGGUNG JAWAB PERSONAL DALAM KEADAAN DARURAT TERHADAP H_2S

Emergency Procedure atau prosedur keadaan darurat jika terjadi paparan gas
H_2S di suatu lokasi pemboran adalah ketentuan-ketentuan yang berhubungan
dengan tindakan-tindakan yang harus dilakukan oleh personal-personal yang
berkepentingan dan yang tidak berkepentingan pada saat keadaan darurat
karena adanya paparan gas H_2S

PEMBAGIAN TUGAS DAN TANGGUNG JAWAB
JIKA TERJADI PAPARAN H_2S

1. COMPANY MAN / DRILLING SUPERVISOR

• Gunakan Breathing Apparatus 30 Menit
• Menuju Rig Floor. Ambil alih control tanggung jawab di Rig site

2. H_2S ENGINEER

• Gunakan Breathing Apparatus 30 menit, bawa Alat Deteksi H_2S Elektronik
& Tube , langsung menuju area indikasi H_2S
• Ambil Sample H_2S laporkan ke Company Man / Drilling Supervisor
• Periksa semua personnel di safe Briefing Area & siap menolong/mencari jika ada personnel yang belum berkumpul
• Menuju Rig Floor untuk memantau kondisi sumur

3. DRILLING RIG SUPERINTENDENT

• Gunakan Breathing apparatus 30 Menit & Segera menuju Rig Floor

• Berkoordinasi dengan CoMan / Drilling Supv untuk mengamankan sumur

4. TOOLPUSHER

Jika berada di Rig Floor

• Gunakan Breahing Apparatus 30 Menit membantu Driller , Rig Supt & CoMan mengamankan sumur

Jika tidak berada di Rig Floor

• Gunakan Breathing Apparatus 30 Menit , segera menuju rig floor untuk membantu mengamankan sumur

5. DRILLER

Jika berada di Rig Floor

• Gunakan Breathing Apparatus 10 menit sambung ke hose line

• Angkat pahat, matikan mud pump & periksa aliran sumur

• Standby & menunggu instruksi dari CoMan atau Rig Supt

Jika tidak berada di Rig Floor

• Gunakan Breathing apparatus 30 menit dan menuju ke Rig Floor menunggu instruksi

6. ASSISTANT DRILLER

• Gunakan breathing apparatus 10 menit sambung ke hose line dan standby

menunggu instruksi

7. DERRICKMAN

Jika berada di Rig Floor

• Gunakan breathing apparatus 10 Menit menuju ke shale shaker dan menunggu instruksi selanjutnya

Jika berada di monkey board

• Gunakan breathing apparatus 10 menit ,menuju ke safe briefing area
dan
menunggu instruksi selanjutnya

8. FLOOR CREW
Jika berada di Rig Floor
• Gunakan breathing apparatus 10 menit , koneksi ke hose line
pernapasan,
dan membantu penyelamatan sumur jika dibutuhkan
• Jika sumur aman, lepas hose line pernapasan segera menuju Safe
Briefing
Area menunggu instruksi selanjutnya
Jika tidak berada di Rig Floor
• Segera menuju Safe Briefing Area & standby menunggu instruksi
• Jangan kembali ke RigFloor kecuali jika diperintahkan

9. MUD ENGINEER
Jika berada di pits
• Gunakan Breathing apparatus 30 menit monitor mud levels,ph,etc
• Standby & menunggu instruksi CoMan atau Rig Supt
Jika tidak berada di pits
• Segera menuju Safe Briefing Area & standby menunggu instruksi

10. MUD LOGGER
• Tinggal di unit untuk memantau gas , kecuali jika diperintahkan
sebaiknya
segera menuju Safe Briefing Area

11. RADIO OPERATOR
• Gunakan Breathing Apparatus 30 M , segera bangunkan personnel yang
tidak bertugas untuk segera menuju Safe Briefing Area

• Stand By di Safe Briefing Area dan menunggu instruksi selanjutnya

12. RIG SAFETY OFFICER
• Gunakan Breathing Apparatus 30 Menit & Megaphone Segera menuju Safe
Briefing Area
• Menghitung jumlah personnel yang berda di safe Briefing Area
• Berkoordinasi dengan Elnusa H2S Engineer
• Stand By di Safe Briefing Area & menunggu instruksi selanjutnya

13. RIG MEDIC
• Ambil First Aid Kit & Portable Resuscitator dan segera menuju Safe Briefing
Area

ORANG YANG TIDAK BERKEPENTINGAN

- Seluruh orang yang tidak termasuk dalam daftar Orang yangBerkepentingan digolongkan sebagai " **Orang Yang TidakBerkepentingan** " selama dalam keadaan darurat terhadap H2S.
- Seluruh Orang yang Tidak Berkepentingan harus segera diarahkan menuju
Tempat Aman secepat mungkin.
- Pada saat semuanya menuju ke daerah aman, diusahakan semua crewdari masing –masing perusahaan agar selalu bersama.
- Pengawas/pemimpin dari semua perusahaan agar memeriksa semuapersonilnya jika dimungkinkan adanya personel yang hilang atau terkenapaparan H2S dan segera melaporkan kepada Security atau kepada H2SSafety Engineer untuk ditindaklanjuti sesuai dengan prosedur keselamatankerja.

3. H2S SAFETY MEETING DAN H2S DRILL

H2S Safety Meeting merupakan program pelatihan kepada semua personal yang
bekerja di lokasi termasuk kepada semua orang yang baru datang, berkaitan
dengan H2S. Materi-materi yang disampaikan diantaranya adalah :

a. Pengetahuan umum tentang H2S dan bahaya gas H2S.

b. Pengetahuan tentang sistem monitoring H2S dan sistem alarm H2S.

c. Pengetahuan tentang keselamatan dan kesehatan kerja terhadap H2S.

d. Emergency Procedure dan prosedur evakuasi.

e. Peralatan-peralatan keselamatan kerja yang berkaitan dengan H2S dan tata
letaknya.

f. Pengetahuan dan praktek penggunaan peralatan bantu pernafasan (SCBA,
ELSA atau yang lainnya).

g. Pertolongan pertama jika ada korban paparan H2S.

h. Hal-hal lain yang berhubungan dengan H2S.

H2S Drill adalah latihan dengan asumsi bahwa telah terjadi paparan gas H2S.
Latihan ini dilakukan dengan tanpa pemberitahuan terlebih dahulu. Tujuannya
adalah untuk mengetahui kesiapan semua personal terhadap kondisi darurat pada
saat terjadi paparan H2S, sehingga jika benar-benar terjadi, personal benar-benar
siap, tidak panik dan mengetahui Emergency Procedure H2S.

Langkah-langkah H2S Drill adalah sebagai berikut :

a. Alarm H2S diaktifkan secara manual.

b. Semua orang yang berkepentingan segera memakai SCBA dan yang tidak

berkepentingan segera berkumpul di Safe Briefing Area (tempat berkumpul
yang aman) yang ditentukan berlawanan dengan arah angin. Pada saat itu
semua personal harus memenuhi rencana Emergency Procedure.

c. Safety Officer melakukan penghitungan personal sesuai dengan data Personal
On Board dan petugas Security menutup pintu masuk.

d. H2S Engineer yang sedang bertugas segera menjalankan tugasnya sesuai
dengan Emergency Procedure dan memastikan semua personal yang
berkepentingan sudah menggunakan SCBA dengan benar dan yang tidak
berkepentingan sudah berkumpul di Safe Briefing Area.

e. Bila semua personal yang berkepentingan sudah selesai menjalankan tugas,
segera ikut berkumpul di Safe Briefing Area dengan masih memakai SCBA.

f. H2S Rescue Team segera berkumpul dengan menggunakan SCBA Rescue Unit
untuk bersiap-siap melakukan pertolongan jika ada korban. Ambulance dan
dokter rig juga siap di Safe Briefing Area.

g. H2S Engineer mencatat waktu pada saat mulai alarm dihidupkan sampai
semua personal berkumpul, untuk mengetahui respon personal.

h. H2S Engineer melakukan evaluasi terhadap respon personal berkaitan dengan
H2S Emergency Procedure dan menyampaikan kepada semua personal yang
sudah berkumpul di Safe Briefing Area.

i. H2S Engineer yang berwenang menyatakan kondisi aman untuk kembali

bekerja.
H2S Drill harus dilakukan secara berkala dan terprogram untuk
meningkatkan
kesiapan personal jika benar-benar terjadi paparan gas H2S. Jika terdapat kekurangan-kekurangan selama H2S Drill, segera dilakukan
pembenahanpembenahan
baik dalam respon atau kesiapan personal juga pada peralatanperalatan yang digunakan.

4. PERALATAN BANTU PERNAFASAN

Peralatan bantu pernafasan adalah peralatan yang sangat penting jika
terjadi
paparan gas H2S, karena peralatan tersebut akan membantu seseorang
untuk
bernafas dengan udara yang tidak terpapar H2S. Peralatan tersebut terdiri dari :

A. SCBA (SELF CONTAIN BREATHING APPARATUS)

SCBA adalah suatu peralatan yang terdiri dari botol (tabung) bertekanan udara, penunjuk tekanan udara (pressure gauge), masker dan peralatan peralatan pembawa. SCBA diisi dengan udara bebas sebagai peralatan
bantu
pernafasan. Sesuai fungsinya, SCBA terdiri dari 3 macam, yaitu :

a. SCBA RESCUE UNIT

Jenis SCBA Rescue Unit adalah SCBA yang digunakan sebagai alat
bantu
pernafasan pada waktu melakukan proses pertolongan / penyelamatan atau digunakan pada waktu melakukan pekerjaan di lingkungan yang terpapar gas berbahaya. SCBA ini dapat digunakan secara optimal sekitar 30 menit.

b. SCBA WORK UNIT

Jenis SCBA ini pada prinsipnya hanya dapat digunakan selama sekitar 10 menit, tetapi SCBA ini dilengkapi dengan peralatan sambungan khusus (quick coupling) yang dapat disambungkan dengan cadangan udara dalam botol-botol yang berkapasitas besar, sehingga dapat membantu pernafasan sampai lebih dari 30 menit.

c. SCBA ESCAPE UNIT

Sesuai dengan jenisnya, maka SCBA ini berfungsi untuk membantu pernafasan pada waktu meninggalkan lokasi paparan menuju tempat aman dengan waktu penggunaan sekitar 10 menit. SCBA ini dapat digunakan secara cepat, karena model maskernya mudah digunakan. Pada

prakteknya SCBA jenis ini juga digunakan untuk membantu pernafasanpada korban paparan gas pada saat evakuasi dan sebelum mendapatpertolongan medis, sehingga SCBA ini juga disebut dengan ELSA(Emergency Life Support Apparatus).

Pengisian botol SCBA dilakukan dengan menggunakan Air BreathingCompressor bertekanan tinggi yang dilengkapi dengan filter-filter khusus untukmenyaring udara dan mengurangi kadar air. Udara yang dihasilkan compresorini secara berkala dilakukan uji kandungan, yang bertujuan untuk memastikankondisi dan komposisi udara yang dihasilkan. Selain itu, botol SCBA jugasecara berkala dilakukan Hidro Test untuk memastikan kondisi dan kekuatanbotol terhadap tekanan.

Rumus waktu penggunaan SCBA adalah sebagai berikut :

Waktu penggunaan

40 liter/menit

Volume botol (liter) X pressure (bar)=

40 liter / menit adalah kebutuhan udara rata-rata seseorang pada saat bekerja

berat.

Contoh : bila diketahui volume botol = 6,8 liter, tekanan = 300 bar, maka :

Waktu penggunaan

40

6,8 liter X 300 bar

=

40

2040

=

= 51 menit

Waktu penggunaan SCBA secara optimum adalah hasil perhitungan dikurangi

10 menit sebagai waktu sebelum pemakaian masker dan 10 menit waktucadangan, sehingga dari contoh tersebut diatas, maka waktu optimumnyaadalah 31 menit.

SCBA akan mengeluarkan bunyi seperti peluit sebagai tanda bahwa tekananudara dari dalam botol sudah hampir habis.

Hal-hal penting yang berhubungan dengan SCBA diantaranya adalah :

• Pastikan SCBA selalu dalam kondisi siap digunakan.

• Pastikan tekanan udara dalam kondisi penuh / sesuai dengan kapasitasnya.

• Tempatkan SCBA dalam posisi :

- Mudah dijangkau

- Terhindar dari suhu udara yang panas, karena akan suhu udara yang panas akan mengakibatkan pemuaian pada botol sehingga tekanan udara akan naik

- Terhindar dari kotoran.

• Pakailah SCBA dengan benar dan cepat, mengingat fungsi SCBA sebagai

peralatan bantu pernafasan pada kondisi darurat karena paparan gas berbahaya.

• Lakukan perawatan rutin, jika terdapat kebocoran atau kerusakan segera laporkan untuk diperbaiki dan dilakukan pengisian ulang.

• Proses pengisian ulang SCBA akan mengakibatkan botol menjadi panas,

karena perubahan tekanan pada ruang tertutup akan berbanding lurus dengan perubahan suhu, sehingga lakukan peredaman panas dengan merendam botol selama proses pengisian, tujuannya adalah untuk keselamatan kerja dan mempertahankan kondisi botol tetap dalam suhu stabil, sehingga ketika pengisian selesai dan botol menjadi dingin, tekanan udara tetap.

Lampiran : Tabel jumlah udara yang dibutuhkan seseorang sesuai aktifitasnya

NO AKTIFITAS JML UDARA YG DIBUTUHKAN

(LITER/MENIT)

1 Tidur 6

2 Istirahat 9,3

3 Bekerja ringan 19,7

4 Bekerja sedang 29,2

5 Bekerja berat 40

6 Bekerja sangat berat 59,5

7 Bekerja maksimum 132

B. AIR SUPPLY

Air supply adalah cadangan udara bersih yang disimpan di dalam tabungtabung
besar yang dapat digunakan dengan menyambungkan SCBA, sehingga seorang pekerja masih dapat beraktifitas dalam waktu yang lebih lama selama
terjadi paparan gas H2S. Tabung-tabung tersebut disebut juga Cascade Bottle
yang dikoneksi antara satu dengan yang lainnya dan dilengkapi dengan peralatan-peralatan sebagai berikut :

• Regulator udara yang berfungsi untuk mengatur tekanan udara yang keluar dari tabung.

• Low Pressure Hose / selang udara bertekanan rendah yang berfungsi untuk menyalurkan udara dari tabung menuju tempat-tempat tertentu dan untuk menyalurkan udara dari Air Manifold ke SCBA.

• Air Manifold, yaitu peralatan untuk membagi udara dari tabung yang disalurkan Low Pressure Hose menjadi beberapa bagian keluaran.

Jika terjadi paparan gas H2S, seorang pekerja masih dapat melanjutkan aktifitasnya dengan menggunakan SCBA Rescue Unit yang disambungkan
dengan Air Supply tersebut, caranya adalah dengan menyambungkan valve
yang ada pada SCBA dengan Low Pressure Hose yang ada di Air Manifold.
1 tabung jika diisi udara dengan tekanan 300 bar dapat digunakan oleh satu
orang selama sekitar 2 jam dalam kondisi bekerja. Air Supply tersebut disalurkan sampai pada Air Manifold dan ditempatkan pada tempat-tempat strategis.

C. AIR BREATHING COMPRESSOR

Air Breathing Compressor adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengisibotol-botol SCBA dan tabung-tabung Air Supply dengan prinsip kerjamengambil udara bebas, menyaring dan memampatkannya sehinggamenghasilkan keluaran udara kering bertekanan. Air Breathing Compressordilengkapi dengan filter khusus untuk menyaring udara dan peralatan pemisahudara dengan air. Air Breathing Compressor mampu menghasilkan udarasampai pada tekanan lebih dari 300 bar. Pada operasionalnya Air BreathingCompressor terdiri dari 2 jenis, yaitu Electric Air Breathing Compressor danDiesel Air Breathing Compressor.

5. PERALATAN-PERALATAN LAIN

Peralatan-peralatan lain yang berfungsi untuk mendukung kerja H2S Monitoring &
Safety adalah sebagai berikut :

A. WIND SOCK

Wind sock adalah alat berupa kantung dengan warna menyolok yang dipasang
pada tiang sebagai penunjuk arah angin.

B. BUG BLOWER FAN

Bug Blower fan adalah kipas angin dengan diameter sekitar 36” yangdigerakkan dengan electric motor dan berfungsi untuk menghamburkanpaparan gas H2S

C. STROBO LIGHT DAN SIRENE

Strobo Light adalah lampu kilat atau rotary dengan warna kuning atau merahsebagai tanda bahaya H2S. Sirene adalah peralatan yang menghasilkan suarasebagai tanda bahaya H2S.

D. SIGN BOARD

Sign Board adalah papan peringatan atau pemberitahuan, antara lain untuk
peringatan bahaya gas H2S (Warning, Danger Poison Gas)

E. RESUSCITATOR

Resuscitator adalah perangkat yang digunakan untuk bantuan pernafasan buatan.

F. STRETCHER

Stretcher adalah tandu yang digunakan untuk mengangkut korban.

G. RADIO COMUNICATION DAN COMMUNICATION DEVICE

Radio komunikasi yang digunakan adalah jenis Handy Talky yang dapat digunakan dalam radius terbatas.

Radio tersebut dapat dikoneksikan dengan peralatan communication device
pada masker SCBA yang khusus, sehingga komunikasi dapat dilakukan pada

saat menggunakan SCBA.

6. PERTOLONGAN PERTAMA PADA KORBAN PAPARAN GAS H2S

Jika terjadi korban akibat paparan gas H2S pada tingkat rendah, yang dapat
dilakukan sebagai pertolongan darurat adalah sebagai berikut :

- Pindahkan korban ke tempat dengan udara segar dan berlawanandengan arah angin.
- Bila korban pada kondisi berhenti nafas, segera berikan bantuanpernafasan.
- Jaga kondisi tubuh korban tetap hangat.
- Hubungi paramedik.

SWEEPER TEAM

1. TUGAS DAN TANGGUNG JAWAB SWEEPER

Sweeper Team adalah personal-personal yang ditempatkan dipos-pos pada
radius sekitar 300 meter dari lokasi (rig site) untuk menjalankan tugas dan
tanggung jawab sebagai berikut :

a. Melakukan pemantauan kondisi di sekitar lokasi pos masing-masing.
Pemantauan yang dilakukan meliputi :
- Pergerakan orang dan hewan ternak.
- Arah angin dan kecepatan angin.
- Kondisi cuaca
- Konsentrasi gas H2S atau bau udara yang bersumber dari lokasi (smeel).

b. Membuat laporan hasil pemantauan dan melaporkan kepada H2S Engineer

Off Site. Hasil pemantauan akan dicatat pada lembar laporan harian dan hasilpemantauan Sweeper akan dilaporkan kepada Company Man.

c. Membantu penyampaian informasi kepada setiap orang yang berada pada
radius pemantauan sehubungan dengan hal-hal yang perlu disampaikan
berdasarkan petunjuk dari pihak Company Man dan H2S Engineer Off Site.

d. Mengikuti perkembangan informasi dari dalam rig site dan menjaga komunikasi antara Company Man dan pihak-pihak yang terkait.

e. Melakukan tindakan peringatan dan penyelamatan kepada semua orang di
sekitar lokasi Pos masing-masing jika terjadi paparan gas H2S dari lokasi
pemboran yang ditandai dengan nyala Strobo dan bunyi Sirene, berdasarkan
instruksi Company Man. Tindakan yang dilakukan adalah:

- Menggunakan SCBA pada posisi stand by tanpa masker, jika paparan H2S terdeteksi 20 ppm segera gunakan masker.
- Menaikkan bendera warna merah.
- Melanjutkan pemantauan keadaan sekitar dan tetap melaporkan setiap perubahan, serta menunggu instruksi selanjutnya dari Company Man melalui H2S Engineer Off Site menggunakan Personal Detector.
- Membantu melakukan evakuasi.

f. Melakukan pengecekan dan merawat semua peralatan inventaris pada Posko
masing-masing. Semua peralalatan inventaris harus selalu di cek dan di rawat
agar siap dipergunakan setiap kapan saja bila diperlukan. Bila ada peralatan

yang rusak atau kurang segera melapor ke Off site untuk di perbaiki atau
diganti.

g. Melakukan serah terima tugas kepada rekan pengganti, setiap pergantian
shift. Serah terima dilaksanakan dengan sebaik mungkin dan secermat
mungkin. Periksa seluruh peralatan kerja, baik itu SCBA (dalam keadaan baik,
isi tabung penuh dan siap dipergunakan), Personal detector (baterai dalam
keadaan baik dan masih berfungsi), peralatan tulis (masih bisa digunakan)
dan kondisi pos.

2. TINGKATAN KEADAAN DARURAT DAN TUGAS SWEEPER

Berdasarkan Emergency Contigency Plan dari Petro China East Java, tingkatan
keadaan darurat digolongkan dalam 3 level. Masing-masing level berhubungan
dengan tugas-tugas sweeper. Tingkatan tersebut adalah sebagai berikut :

A. LEVEL I : SIAGA

Situasi tidak ada paparan gas. Situasi ini disebut sebagai operasi pemboran
yang tidak mempengaruhi populasi

Tugas Sweeper :

a. Memantau keberadaan dan pergerakan manusia dan hewan ternak dalam
area yang ditugaskan.
b. Mengikuti informasi sebagaimana perkembangan kondisi.
c. Memberitahukan Company Man (Drilling Supervisor) tentang situasi

sebenarnya.

B. LEVEL II : KEADAAN DARURAT DI LOKASI

Situasi sebagai akibat adanya paparan gas hidrokarbon pada konsentrasi lebih dari 50 ppm diluar sumur. Sumur dalam keadaan terkendali, tetapi kondisi operasionalnya dapat mengakibatkan terpaparnya gas dalam jumlah
atau waktu tertentu

Tugas Sweeper :

a. Memberitahukan penduduk dan semua orang yang tidak berkepentingan
untuk meninggalkan Zona Radius Paparan ketika terdengar alarm atau adanya instruksi dari personil H2S Off-site.
b. Bersiap-siap untuk memberitahukan warga untuk tetap berada ditempat sampai ada pemberitahuan lebih lanjut atau diungsikan
c. Bersiap-siap untuk melaksanakan tindakan LEVEL III.
d. Menjaga komunikasi dengan JOB P-PEJ Company Man agar tetap mendapat informasi mengenai situasi.

C. LEVEL III : KEADAAN DARURAT UMUM

Situasi yang diakibatkan terjadinya paparan gas hidrokarbon pada konsentrasi lebih dari 100 ppm pada lokasi diluar Zona Radius Paparan dan /
atau terjadinya paparan gas yang besar ke arah penduduk.

Tugas Sweeper :

a. Memberitahukan warga untuk tetap berada ditempat sampai adapemberitahuan lebih lanjut atau sampai diungsikan
b. Memberi bantuan dalam pengungsian, pengevakuasian dan operasipenyelamatan, sebagaimana diperlukan
c. Memantau terus-menerus arah angin paparan gas dan mengevakuasidaerah tambahan sebagaimana kondisi

d. Menjaga komunikasi dengan JOB P-PEJ Company Man agar tetapwaspada terhadap status kondisi darurat
e. Menggunakan alat perlindungan pernapasan dimana ada gas beracun / gas hidrokarbon

3. RUTINITAS KERJA SWEEPER

Skedul sweeper dilakukan dalam waktu 24 jam dengan 2 kali shift, yaitu jam
06:00 sampai 18:00 dan dari jam 18:00 sampai dengan 06:00. Masing-masing
personal sweeper harus menempati pos yang sudah ditentukan selama tugas.

Aktifitas rutin sweeper diantaranya adalah :

a. Melakukan absensi dan safety meeting sebelum memulai tugas pagi dan sore.
b. Melakukan serah terima tugas (hand over) dengan sweeper sebelumnya dengan mengecek semua peralatan dan membuat laporan serah terima tugas.
c. Melakukan pengecekan dan perawatan semua peralatan / inventaris barang di masing-masing pos.
d. Menjalankan tugas dan tanggung jawabnya sesuai dengan tugas dan tanggung jawab sweeper yang tertulis diatas.
e. Menjaga kebersihan (house keeping) pos.
f. Menjaga keamanan dan ketertiban di masing-masing pos.
g. Menggunakan semua peralatan kerja dengan baik dan benar.
h. Menggunakan radio komunikasi dengan bijaksana.

4. PERALATAN INVENTARIS POS SWEEPER

Untuk masing-masing pos sweeper akan dilengkapi dengan peralatan-peralatan
sebagai berikut :

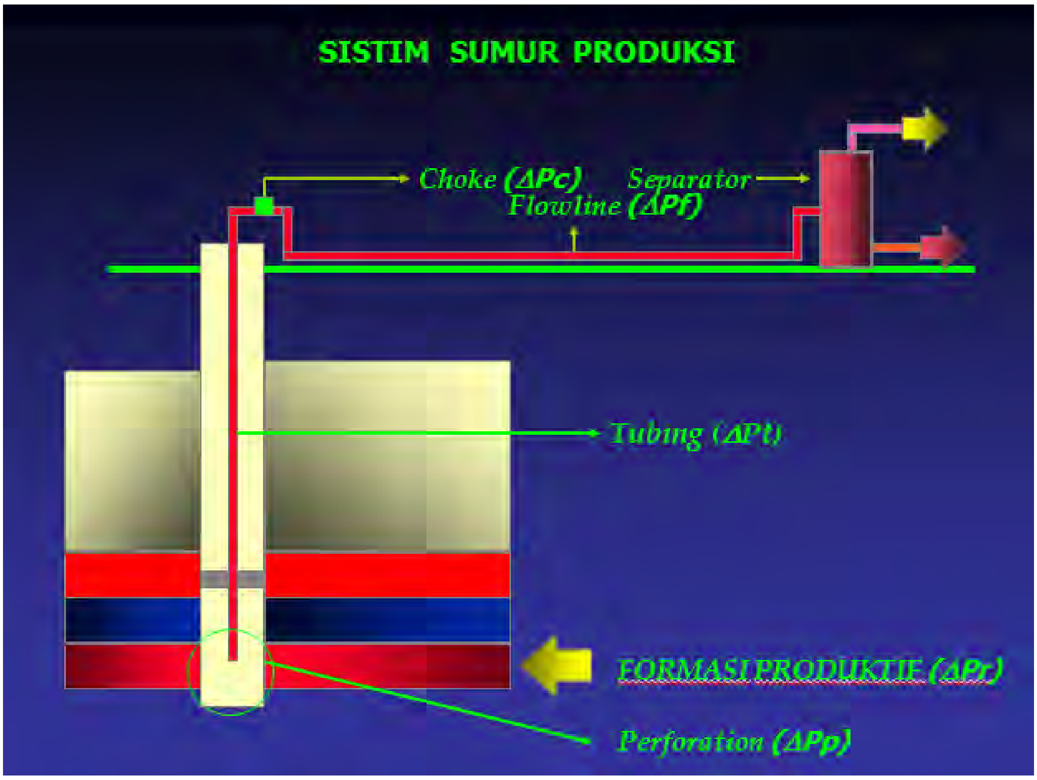
a. Penerangan dan stop kontak listrik.
b. SCBA sesuai jumlah personal sweeper.
c. Personal Detector H2S.
d. Bendera warna hijau, kuning dan merah.
e. Radio komunikasi (HT) dan charger.
f. Peralatan tulis menulis : pulpen, buku, form wind direction, penggaris.
g. Peralatan bantu lainnya : senter dan jam dinding.

BAB VIII
PENGANTAR TEKNIK PRODUKSI

Teknik produksi adalah cara-cara mengangkat fluida dari dalam reservoar ke permukaan →"laju produksi" → laju produksi optimum

Dua hal pokok yang mendasari teknik produksi adalah:

1. Gerakan fluida dari fomasi ke dasar sumur, melalui media berpori: *Inflow Performance Relationship* (IPR)
2. Gerakan fluida dari dasar sumur ke permukaan, melalui media pipa:*Performance* dari *Tubing*, Choke/ Bean, dan Horizontal/Inclined



Gambar 8.1. Sistem Sumur Produksi

Dua cara memproduksikan fluida ke permukaan:

Sembur Alam

* Menggunakan jepitan (*choke/bean*)
* Tanpa jepitan

Sembur Buatan

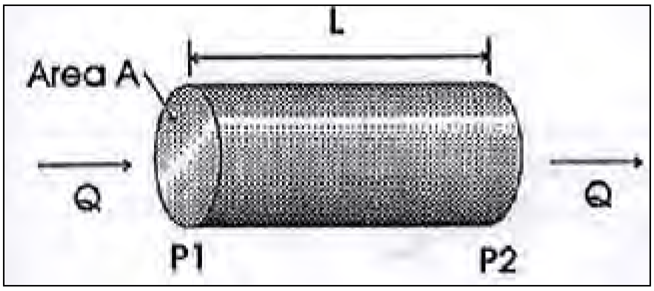
* *Gas Lift*
* Pompa *Sucker Rod*
* Pompa Benam Listrik (*Electric*

Submergible Pump)

8.1 ALIRAN FLUIDA DALAM MEDIA BERPORI DAN IPR

A. Aliran Fluida Dalam Media Berpori

Aliran fluida dalam reservoar dapat terjadi bila ada perbedaan tekanan (gradien tekanan) sepanjang jarak tempuh aliran tersebut di dalam reservoar.



$$k\,(darcy) = \frac{Q\,(cm^3/sec)\,.\,\mu\,(centipoise)\,.\,L\,(cm)}{A\,(sq.cm)\,.\,(P_1 - P_2)\,(atm)}$$

Gambar 8.2. Penampang Aliran Linier Melalui Media Berpori

Permeabilitas

Kemampuan suatu batuan untuk mengalirkan fluida

Henry Darcy (1856) menyatakan bahwa ”kecepatan suatu fluida homogen melalui media berpori adalah berbanding lurus terhadap gradien tekanan

dan berbanding terbalik terhadap viskositas fluida", atau dalam bentuk persamaan:

$$v = \frac{q}{A} = -\frac{k}{\mu}\frac{dP}{ds}$$

dimana:

v = kecepatan semu, cm/detik

q = laju aliran volumetris, cc/detik

A = luas penampang semu atau total (materi + saluran pori) batuan, cm2

k = permeabilitas batuan (konduktivitas fluida), D (Darcy)

μ = viskositas fluida, cp (centipoise)

dP/ds = gradien tekanan, atm/cm

B. Aliran Linier Dalam Satuan Lapangan

Gambar di atas memperlihatkan aliran linier melalui media berpori dengan penampang tetap, dimana kedua ujungnya seluruhnya terbuka untuk aliran. Jika fluida bersifat *incompressible*, maka kecepatan adalah sama pada semua titik selama laju aliran total melewati setiap penampang, sehingga

$$v = \frac{q}{A} = -1.127\frac{k}{\mu}\frac{dP}{dx}$$

dimana: (dalam satuan lapangan)

v = bbl/day/ft2

q = bbl/day

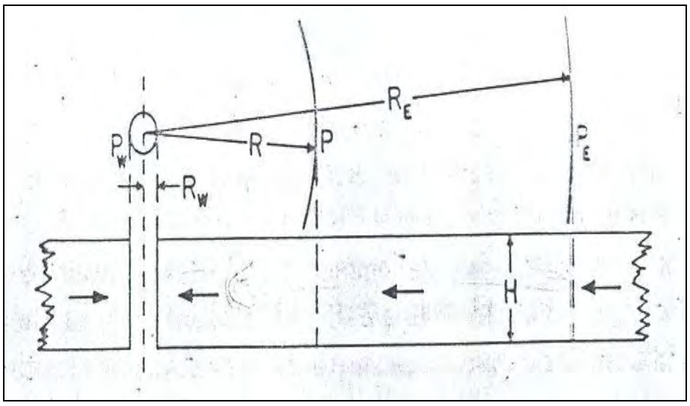
A = ft2

k = Darcy

μ = centipoise

dP/dx = psi/ft

Aliran Radial di Media Berpori



Gambar 8.3. Aliran Radial

Aliran Fluida dalam Media Berpori

Untuk aliran radial satu phasa, homogen , Isotropic ,steady state persamaan Darcy menggambarkan aliran dari formasi produktif menuju dasar s

$$q_o = \frac{0.00708kh(P_r - P_{wf})}{\mu_o B_o \left(\ln \frac{r_e}{r_w} \right)}$$

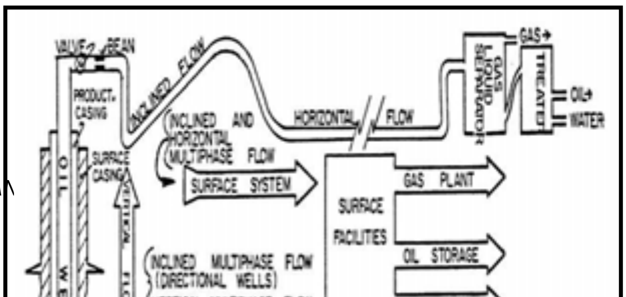
8.2 TAHAPAN PRODUKSI

Dua cara memproduksikan fluida ke permukaan:

Tahapan Sembur Alam (*Natural Flowing*)

Tahapan Sembur Buatan (*Artificial Lift*)

- *Gas Lift*
- Pompa *Sucker Rod*
- Pompa Benam Listrik (*ElectricSubmergible Pump*)



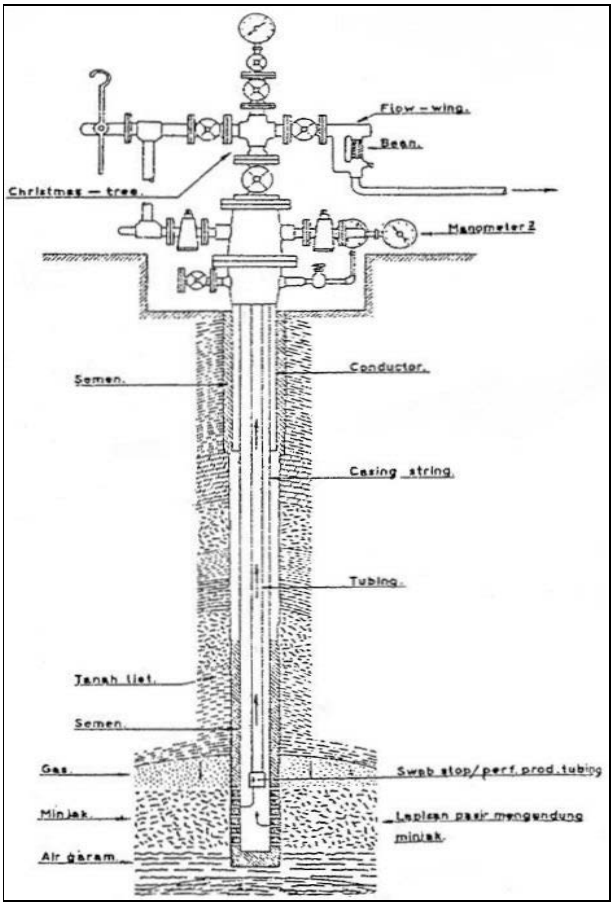
Gambar 8.4. Skema Sistim Aliran Keseluruhan Pada Sumur Minyak

A. Sembur Alam (*Natural Flowing)*

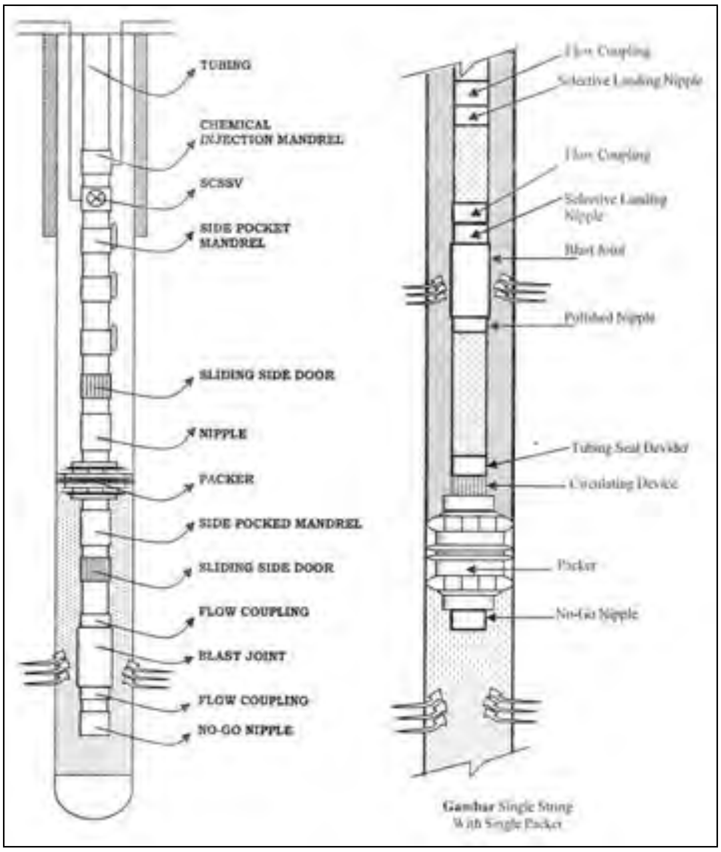
Adalah tahap produksi pada saat tekanan reservoar cukup besar, sehingga mampu mendorong fluida reservoar sampai ke permukaan. Sumur sembur-alam dapat diproduksikan dengan atau tanpa ”jepitan” (*choke/ bean*) di permukaan.

Sebagian besar sumur sembur-alam menggunakan *choke* di permukaan dengan alasan, antara lain :

- Sebagai pengaman
- Untuk mempertahankan produksi, sebesar yang diinginkan
- Mempertahankan batas atas laju produksi, untuk mencegah masuknya pasir.
- Untuk memproduksikan reservoar pada laju yang paling efisien
- Untuk mencegah *water* atau *gas coning*



Gambar 8.5. Instalasi Sumur Sembur Alam



Gambar 8.6 Instalasi Bawah permukaan sumur sembur alam

B. Sembur Buatan (*Artificial Lift*)

- Gas Lift

Gas-lift adalah proses pengangkatan fluida dengan menggunakan gas tekanan relatif tinggi (minimum 250 psi). Gas diinjeksikan ke dalam sumur dan digunakan sebagai media pengangkat melalui proses mekanis.

Proses pengangkatan ini berlangsung karena:

- Penurunan gradien fluida dalam *tubing*
- Pengembangan gas yang diinjeksikan, dan/atau
- Pendorongan minyak oleh gas injeksi bertekanan tinggi

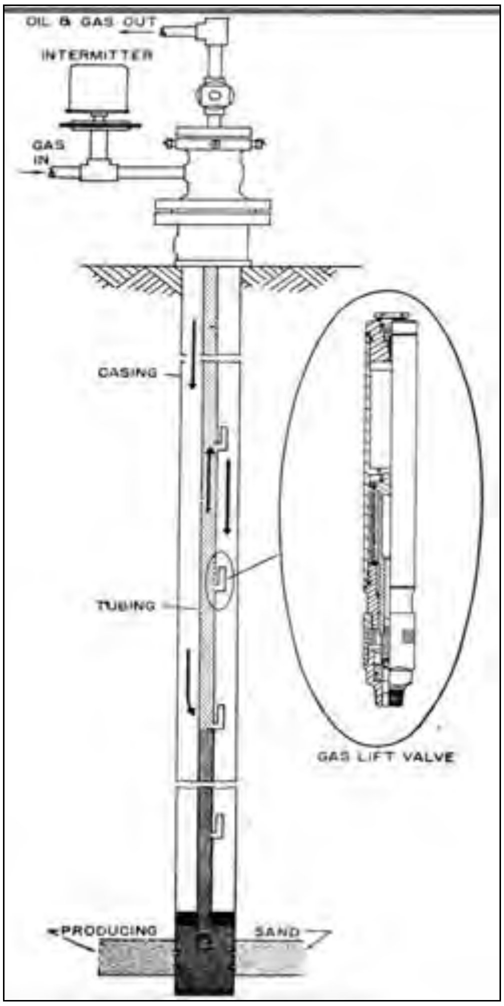
Fuida terangkat kepermukaan karena :

1. Dorongan gas bertekanan tinggi melalui katup-katup gas lift

2. Fluida dalam tubing lebih ringan, karena :

- densitas menjadi lebih kecil
- viscositas lebih rendah
- perbandingan gas dan cairan (glr,gor) lebih besar dibanding fluida reservoir

3. Tekanan alir dasar sumur (pwf) menjadi lebih rendah



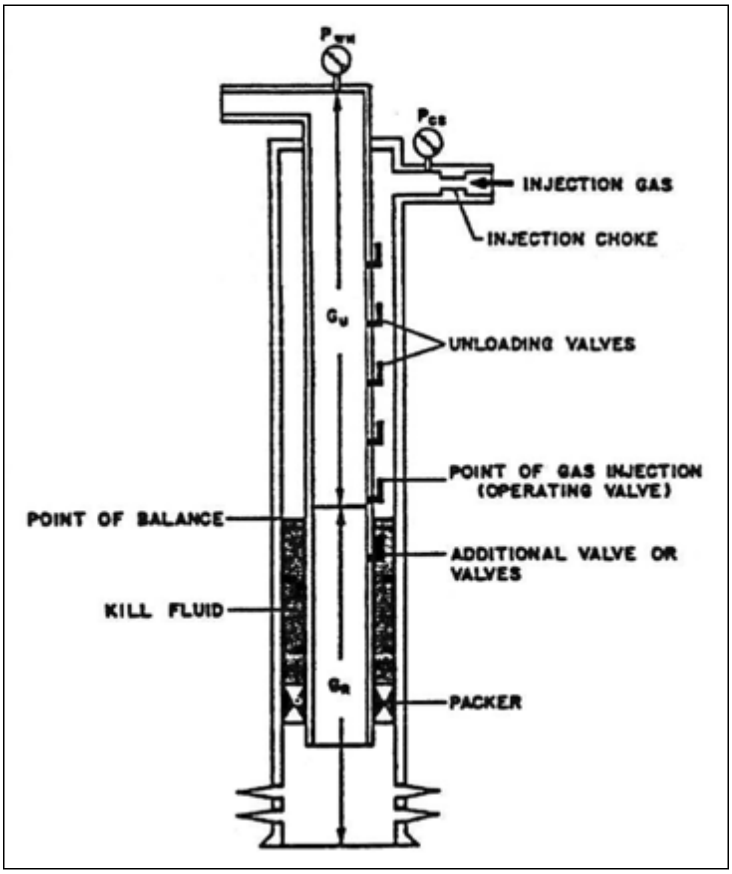
Gambar 8.5. Katup gas Lift

Ada dua metode *gas-lift,* yaitu :

- *Continuous gas lift*

- volume yang kontinyu dari gas bertekan an tinggi diinjeksikan kedalam fluida dalam tubing
- gas menurunkan tekanan alir dasar sumur(pwf)
- digunakan pada sumur yang mempunyai productivity index (pi) tinggi
- p statis dasar sumur (pws) tinggi

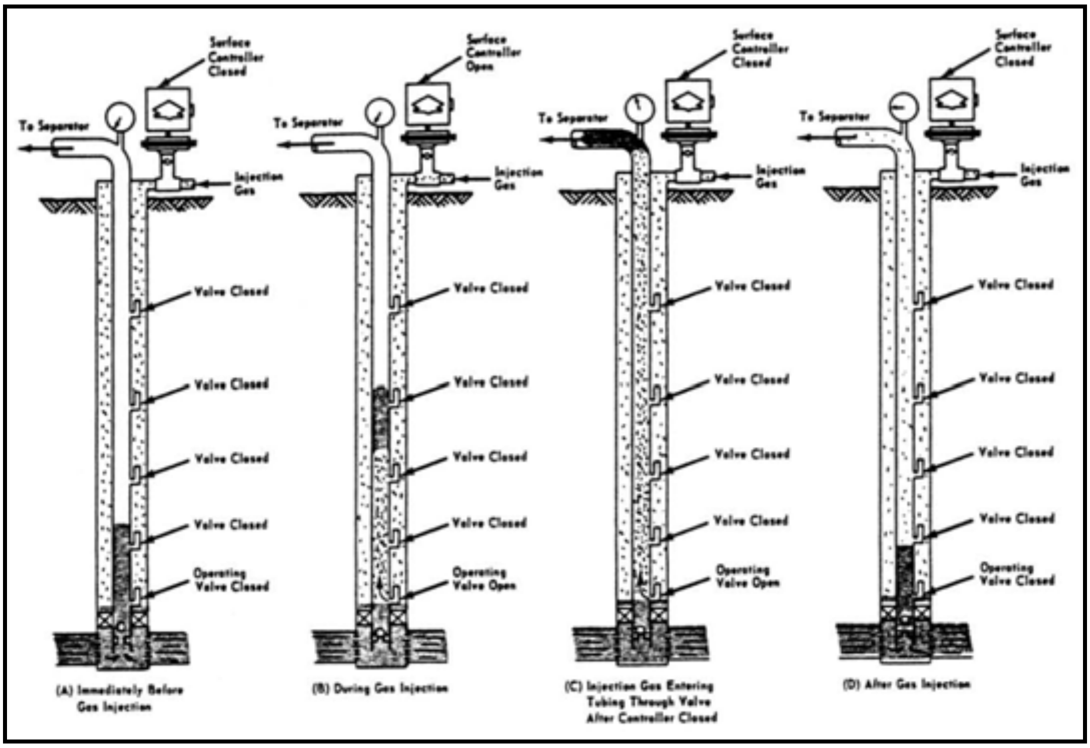
- *Intermittent gas lift*



Gambar 8.6. Operasi *Gas-Lift* Aliran Kontinyu



Gambar 8.6. Lapangan Sumur gas Lift



Gambar 8.7. Siklus Operasi Aliran Intermittent untuk Instalasi-Tertutup Konvensional

Beberapa kelebihan *gas lift* dibandingkan dengan metode sembur buatan lain yaitu:

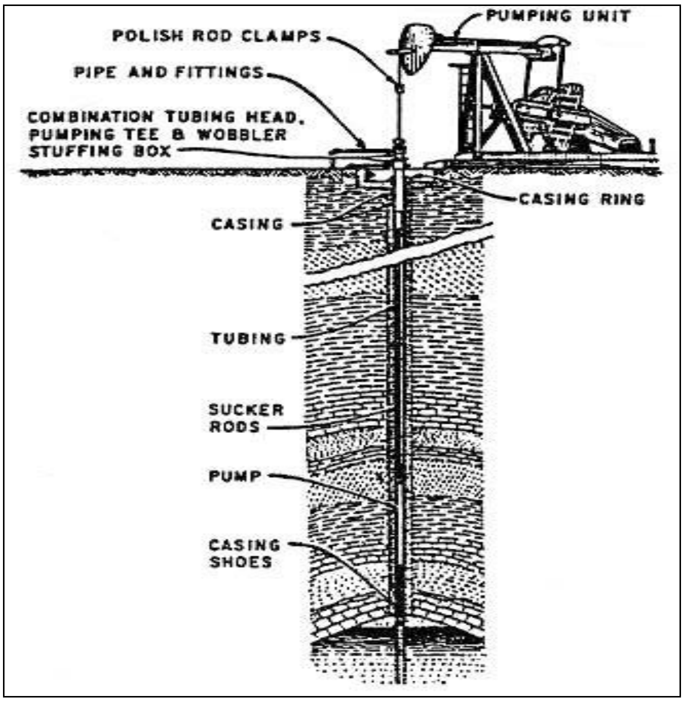
- Biaya peralatan awal untuk instalasi *gas-lift* biasanya lebih rendah, terutama sekali untuk pengangkatan sumur dalam (*deep lift*).
- Pasir (bahan abrasif) yang ikut terproduksi tidak merusakkebanyakan instalasi *gas-lift*.
- *Gas-lift* tidak tergantung/dipengaruhi oleh desain sumur.
- Umur peralatan lebih lama
- Biaya operasi biasanya lebih kecil, terutama sekali untuk *deep lift*.
- Ideal untuk sumur-sumur dengan GOR tinggi atau yang memproduksikan buih gas (*gas-cut foam*).

Keterbatasan metode *gas-lift* adalah
sebagai berikut:

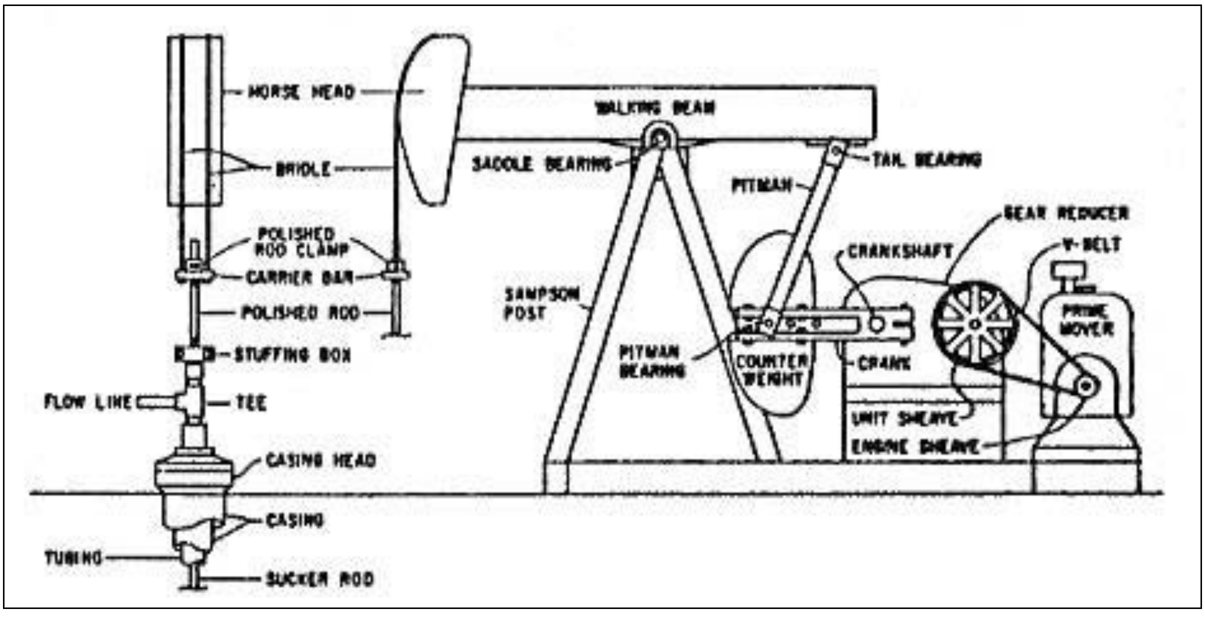
- Gas harus tersedia
- Sentralisasi kompresor sulit untuk sumur-sumur dengan jarak terlalu jauh.
- Gas injeksi yang tersedia sangat korosif, kecuali diolah sebelum digunakan.

B. Sembur Buatan (*Artificial Lift*)

- Pompa Sucker Rod



Gambar 8.8. Sistim Pemompaan *Beam*



Gambar 8.9. Peralatan Permukaan Suatu InstalasiPemompaan *Beam*

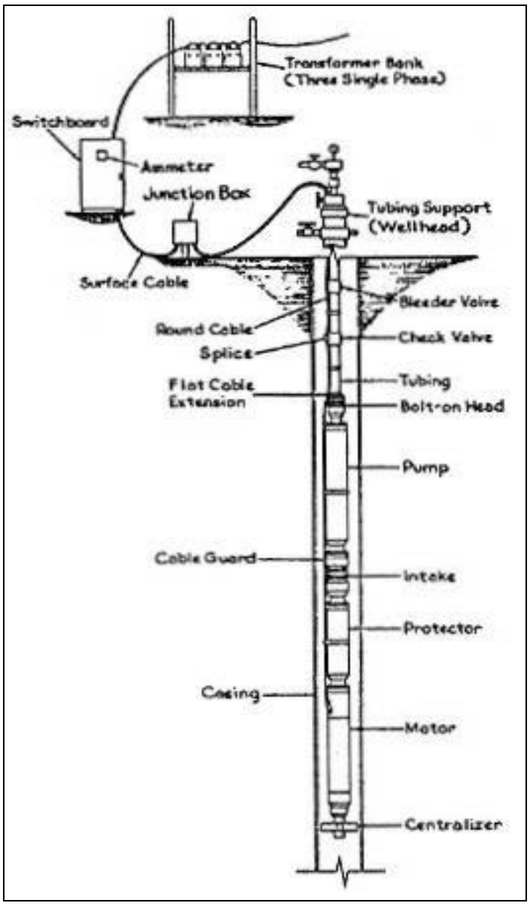
B. Sembur Buatan (*Artificial Lift*)

- Pompa Listrik Sentrifugal *Submergible*

sentrifugal yang digerakkan oleh tenaga motor listrik. Pompa ini disebut pompa *submergible* karena dalam operasinya pompa dan motor berada di bawah *fluid level* atau tercelup di dalam fluida.

Sistim pompa ESP atau pompa listrik sentrifugal terdiri dari tujuh elemen dasar, yaitu:

- Motor listrik
- *Protector*
- Separator gas
- Pompa sentrifugal bertingkat banyak (*multistage*)
- Kabel listrik
- *Switchboard*
- *Transformer*



Gambar 8.10.Unit Pemompaan *ESP*

8.3 FASILITAS PRODUKSI PERMUKAAN

Peralatan produksi permukaan terdiri dari:

A. *Wellhead* (Kepala Sumur)
B. *Gathering System*
C. *ManifoldSystem*
D. *Separator* (Pemisah)
E. *Treating Facilities*
F. *Oil Storage* (Tangki pengumpul)
G. Pompa

Fungsi *surfacefacility*:

Media pengangkut:

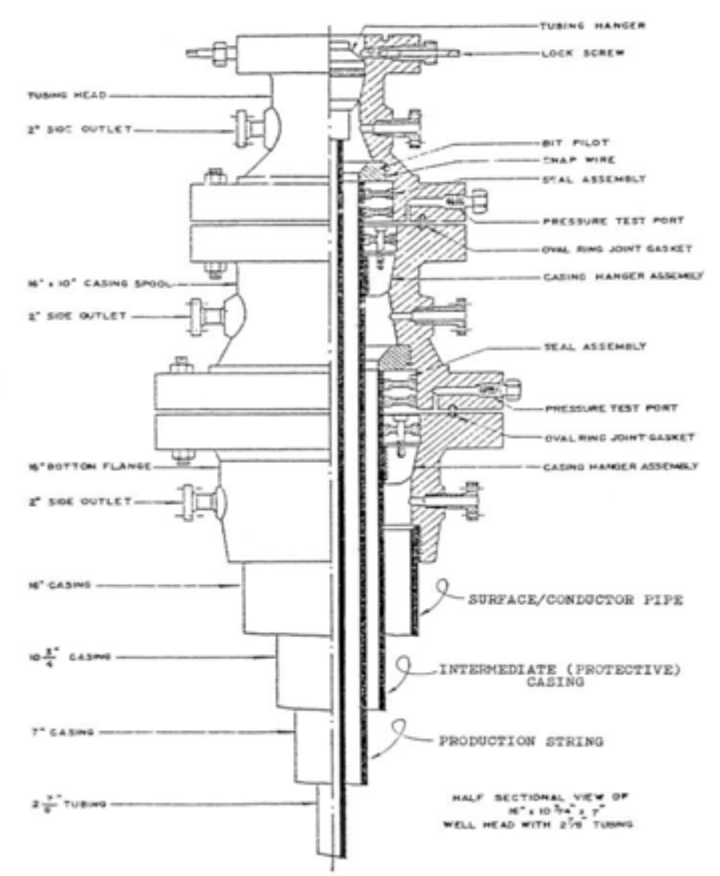
- Gathering System,
- Manifold System
- Pompa

Pemisah:

- Separator
- Treating System

Penimbun:

- Oil Storage



Gambar 8.11. *Wellhead* dan *SafetyValve*

B. *Gathering System*

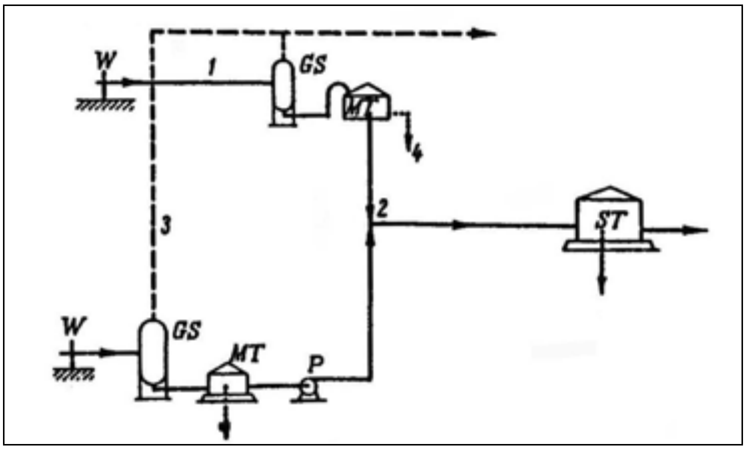
Fungsi:

Mengatur jalannya produksi minyak dari masing-masing sumur,

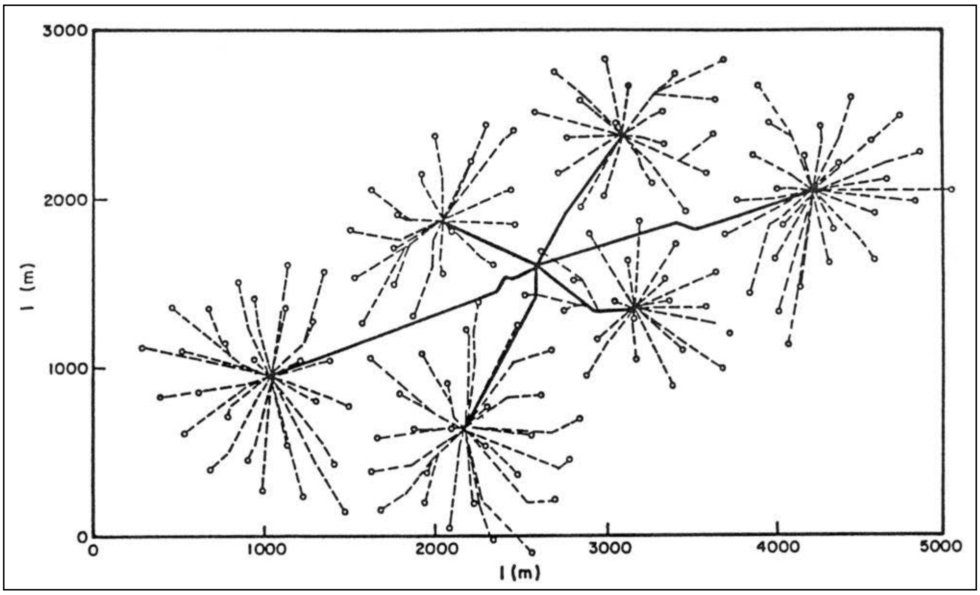
Agar mendapatkan laju produksi yang optimum.

Mengapa perlu diatur?

Masing-masing sumur mempunyai karakter (laju, tekanan, GOR dsb) yang berbeda-beda



Gambar 8.12. *Individual Oil and Gas Gathering System*



Gambar 8.13. Sistim Optimasi *Gathering*

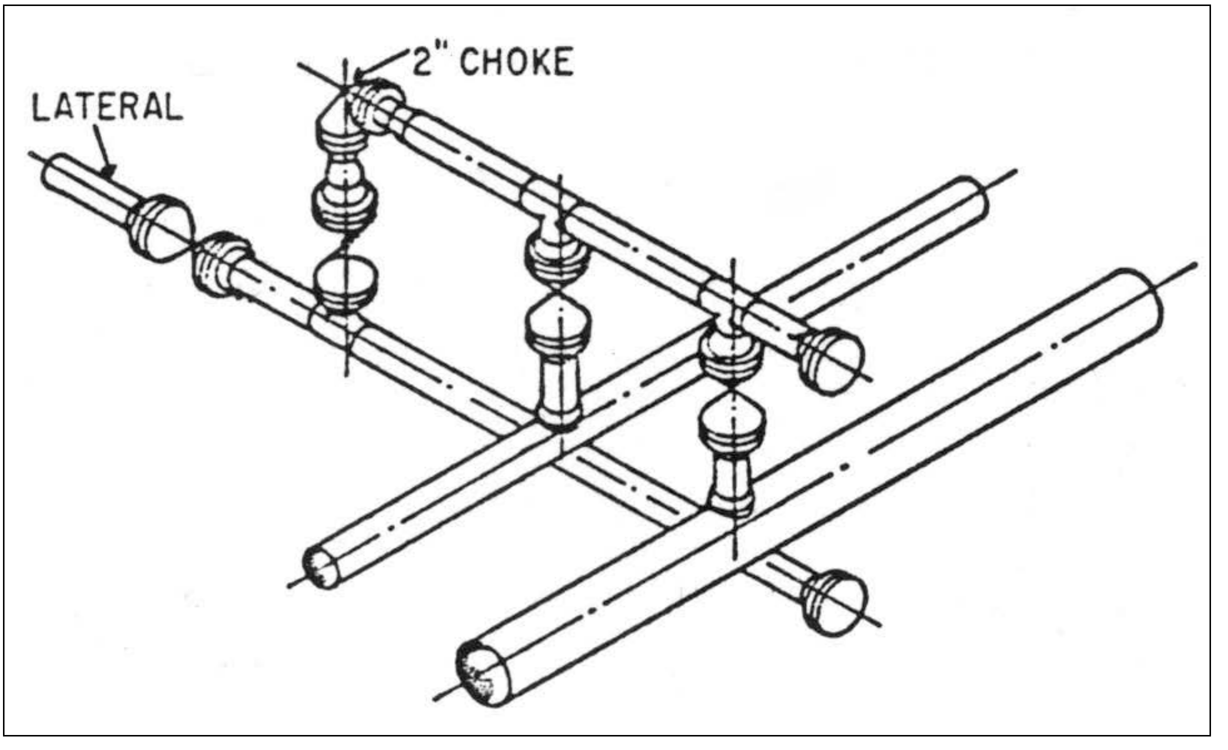
C. *ManifoldSystem*

Manifold adalah sekumpulan pipa salur dan chokeyang bertujuan untuk mengatur alannya laju produksi dan pengetesan dari masing-masing sumur ke separato

Dasar pengelompokan sumur-sumur:

- Kapasitas produksi masing-masing sumur

- Tekanan masing-masing sumur
- GOR sumur
- Ada tidaknya kandungan material produksi sumur
- Sifat-sifat fisik dan kimia fluida sumur



Gambar 8.14. *Manifold*

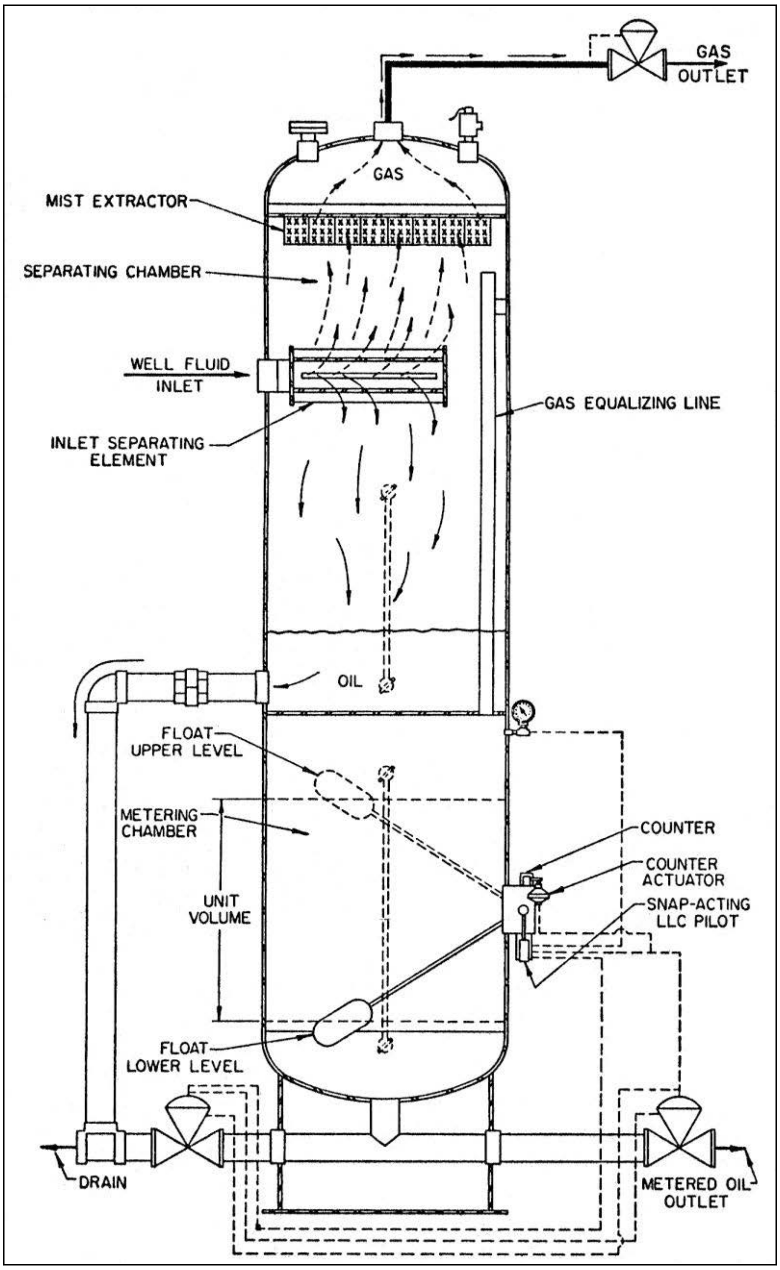
D. *Separator*

Fungsi separator → memisahkan gas dari cairan yang terproduksi dari sumur.

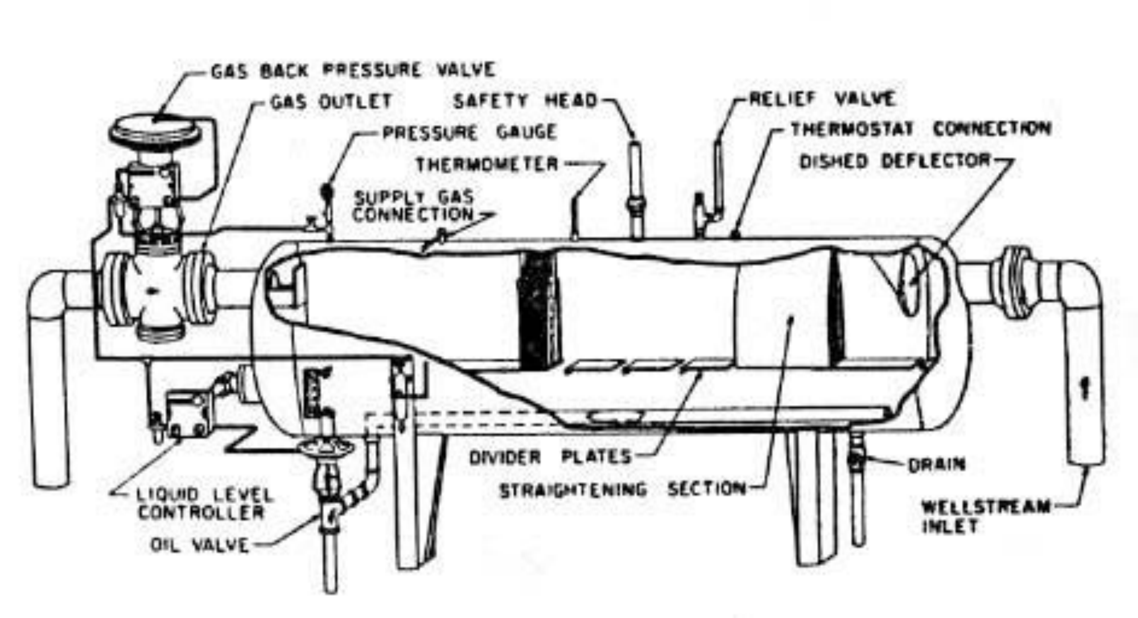
Komponen Separator:

1. Bagian Pemisah Utama, berfungsi memisahkan cairan/*slug* cairan masuk separator juga butir-butir cairan yang terbawa gas akan dipisahkan secara cepat.
2. Bagian Pemisah Cairan, berfungsi tempat menampung cairan yang telah terpisahkan.

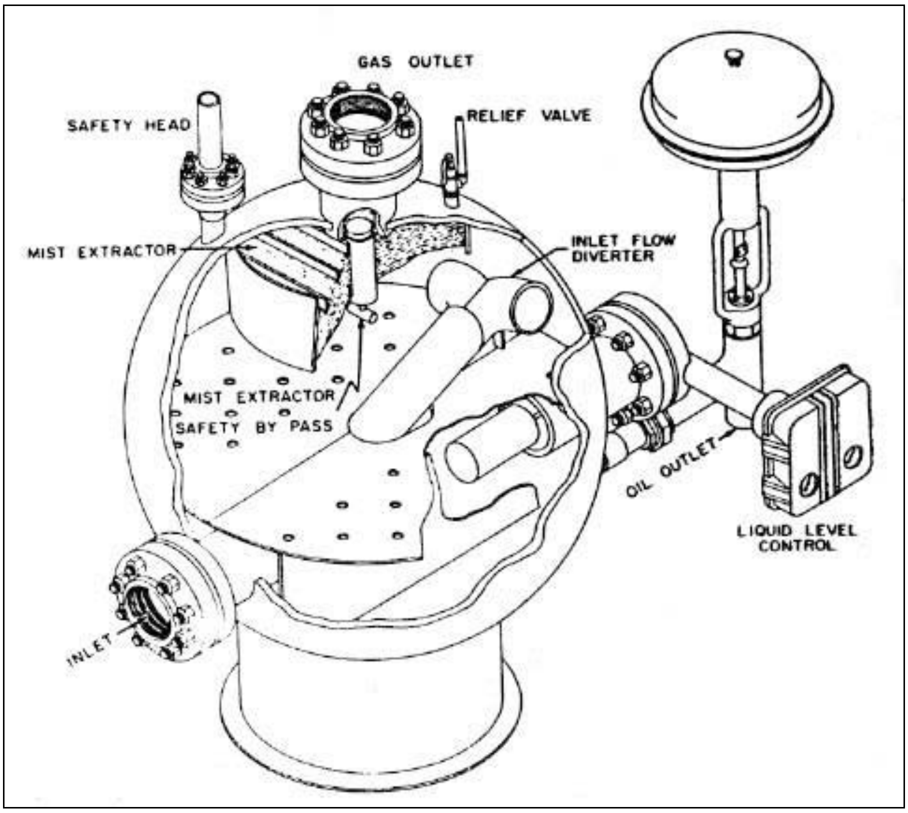
3. Bagian Pemisah Kedua, memisahkan butir-butir cairan sangat kecil, yang tidak terpisahkan pada bagian pertama. Prinsip kerja adalah *gravity setting* dari aliran gas.
4. *Mist Extraction Section,* memisahkan sisa cairan yang berbentuk kabut



Gambar 8.15. Skema Separator Vertikal



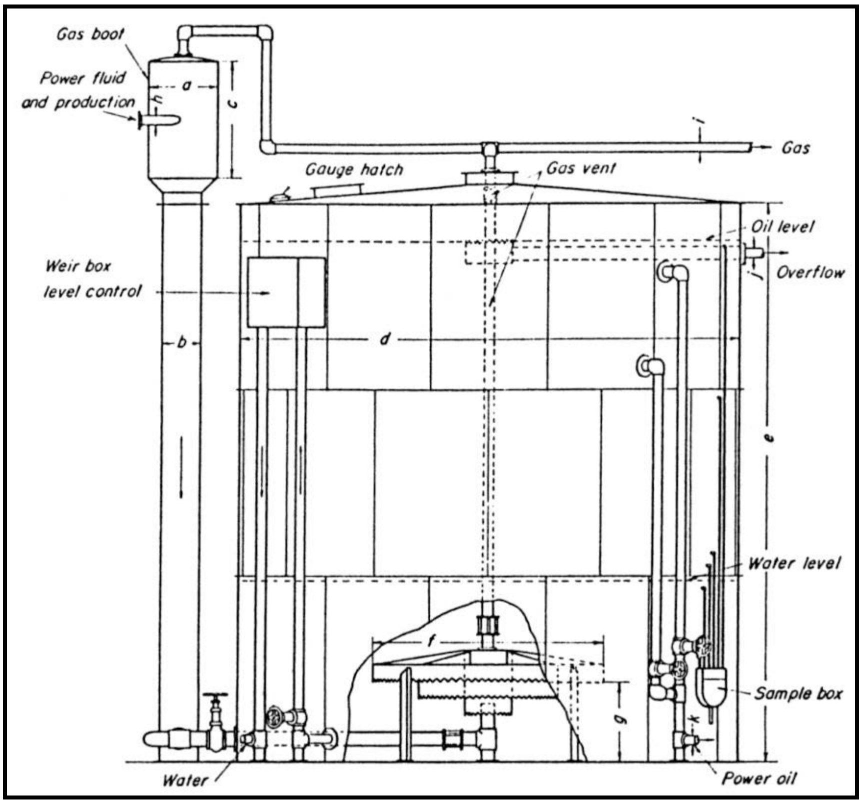
Gambar 8.16. Separator Horisontal Bertabung Tunggal



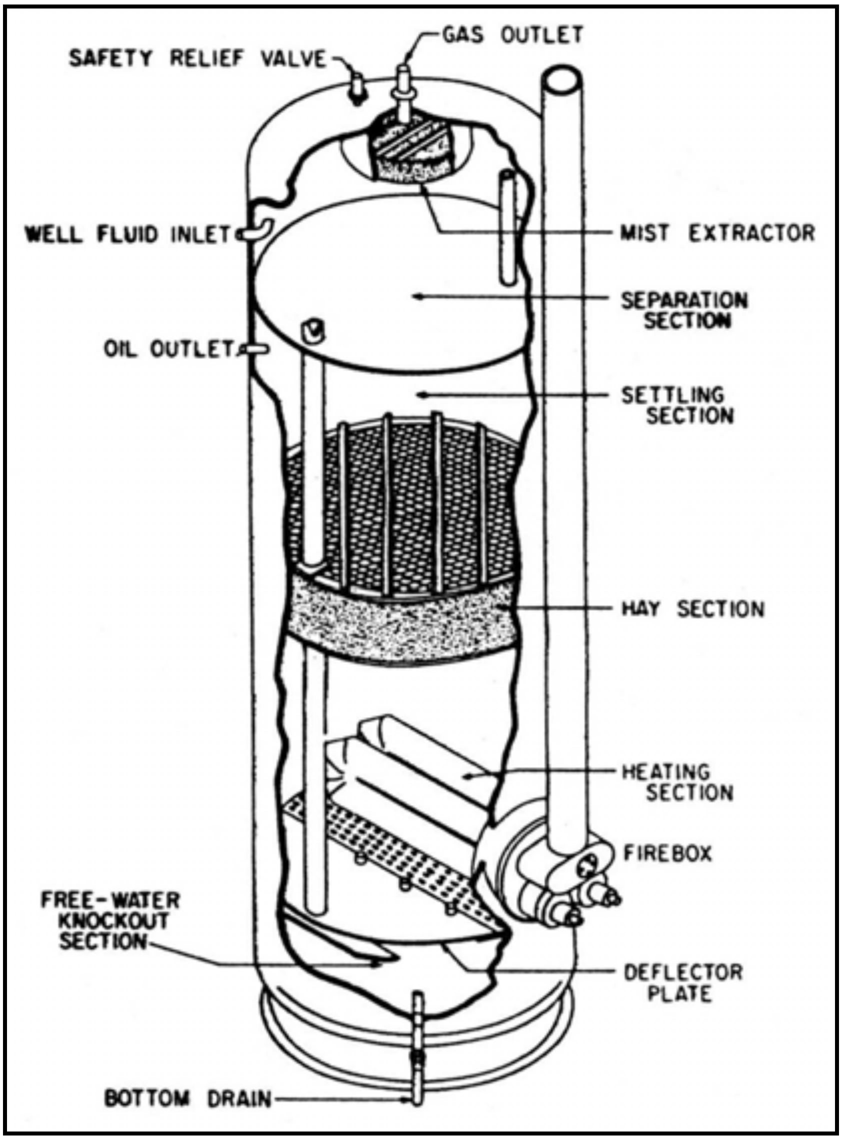
Gambar 8.19. Separator *Spherical* Tekanan Rendah

E. *Treating Facilities*

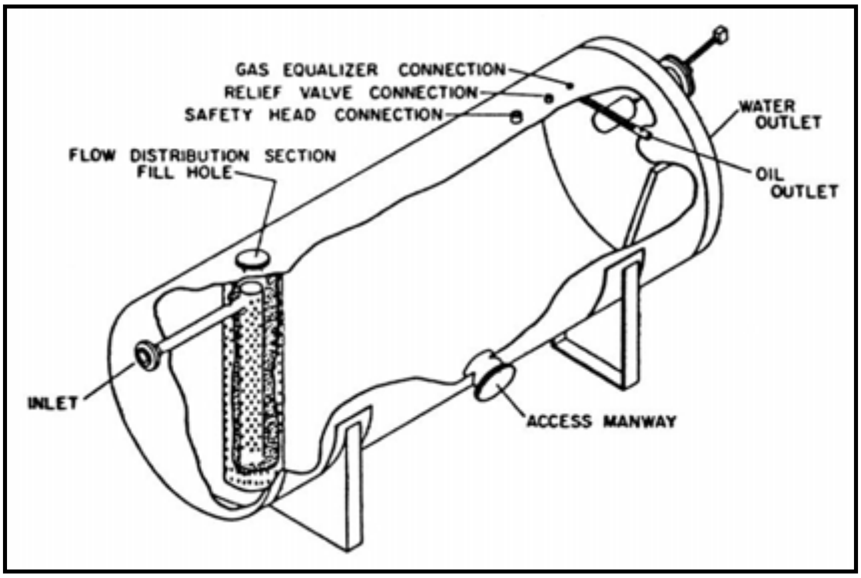
- Alat ini digunakan memisahkan air yang tercampur dalam minyak.
- Air dalam minyak dibedakan menjadi dua yaitu air bebas dan air emulsi.
- Air bebas dipisahkan dengan cara *settling*
- Air emulsi yaitu air yang tersebar dalam fasa minyak memerlukan cara-cara khusus untuk menanganinya



Gambar 8.20. *Wash Tank*



Gambar 8.21. *Vertical Treater*

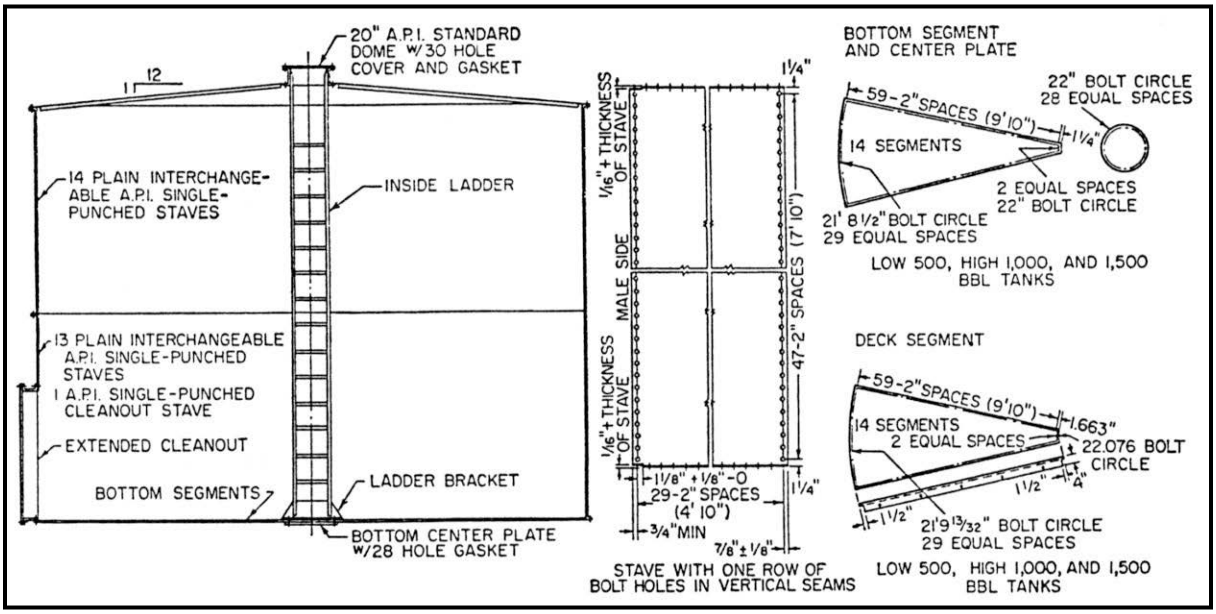


Gambar 8.22. *Horizontal Oil Skimmer*

F. *Oil Storage*

Berdasarkan fungsi :

- *Test Tank*, tangki pengukur jumlah produksi dari satu atau beberapa sumur
- Tangki Penimbun, tangki penyimpan gas atau minyak



Gambar 8.23. Penampang *Storage Tank* Jenis *Bolted-Steel Tank*

BAB IX
PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Operasi pengeboran merupakan kegiatan yang dilakukan untuk membuat lubang secara cepat, ekonomis dan aman hingga menembus formasi produktif.
2. Kegiatan sebelum operasi pengeboran sangat penting dalam terlaksananya operasi pengeboran.
3. Untuk membuktikan keberadaan minyak dan gas bumi dalam cekungan maka perlu dilakukan pengeboran dengan jenis-jenis pemboran yang berdasarkan tujuannya, lokasinya dan berdasarkan bentuk lubangnya.
4. Menurut fungsinya peralatan pengeboran dapat dibagi menjadi lima sistem peralatan utama, yaitu, sistem angkat, sistem putar, sistem sirkulasi, sistem tenaga dan sistem pencegah sembur liar.
5. Operasi penyemenan bertujuan untuk melekatkan casing pada dinding lubang sumur, melindungi casing dari masalah-masalah mekanis sewaktu operasi pemboran (seperti getaran), melindungi casing dari fluida formasi yang bersifat korosi dan untuk memisahkan zona yang satu terhadap zona yang lain di belakang casing.
6. Well completion dilakukan untuk menyempurnakan sumur pengeboran sehingga fluida dapat mengalir ke permukaan sesuai dengan jenis-jennis komplesi yang digunakan.
7. Tahapan Pemboran dilanjutkan dengan Tahap berikutnya yaitu Produksi Migas dengan peralatan diatas dan dibawah permukaan

B. Evaluasi

Setelah mengikuti pelajaran ini diharapkan siswa mampu mengerjakan soal-soal latihan sebagai tolak ukur keberhasilan bagi siswa dalam

pencapaian indikator keberhasilan. Bentuk evaluasi yang dipakai adalah dengan tertulis dan pencapaian keberhasilan indikator yang diharapkan lebih besar dari 80%.

C. Tindak lanjut

Untuk melengkapi pengetahuan perlu dipelajari secara menyeluruh tiap bagian-bagian pokok bahasan pada pelajaran ini melalui pelajaran lanjutan, referensi buku, internet dll

DAFTAR PUSTAKA

1. Kaswir Badu, "Basic Drilling Technology", PT Patriatex Bhinneka Pratama, Sorong, 2005
2. Neal J. Adams. " Drilling Engineering ", A Complete Well Planning Approach, PennWell Books, Tulsa Oklahoma, 1985.
3. Schlumberger, "Rig System", Drilling System Equipment, 2004
4. OSHA Team, "Drilling Rig and Its Component", Oil and Gas Well Servicing eTool, Washington, USA, 2005